

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

Thème : Enquête sur un dérivé laitier traditionnel « klila » :
procédés de fabrication et mode de consommation

Présenté par : MAMENIA Samir

SOUALMIA Sami

Devant le jury composé de :

Président :	Benyounes Abdelaziz	Pr	Université de Guelma
Examineur :	Leksir Choubaila	M.A.A	Université de Guelma
Encadreur :	Chemmam mabrouk	M.C.A	Université de Guelma

Juin 2014

REMERCIEMENTS

Louanges à Allah Miséricordieux qui nous a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce à réussi à achever ce modeste travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à Monsieur Mabrouk Chemmam, qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience tout au long de la réalisation de ce travail, pour ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils qui nous ont été d'une précieuse aide.

Nous adressons un grand remerciement pour les membres du jury :

A Monsieur le professeur Benyounes Abdelaziz, qui nous a fait l'honneur de présider le jury d'évaluation de ce modeste travail.

A Mademoiselle Lekfir Choubaila, enseignante au département de Biologie, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements vont à tous les enseignants du Département de Biologie de l'université de Guelma et aux responsables des laboratoires.

Nous remercions aussi profondément tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration directe ou indirecte de ce travail.

Notre sympathie pour tous les camarades de la promotion QPSA

2014.

Dédicace

Tout d'abord louange à « ALLAH » qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail et nous a inspiré les bons pas et les bons réflexes.

Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents ZINE et HABIBA et mes grands parents ALI et LOUIZA

Pour leur soutien inconditionnel, leurs sacrifices, leur tendresse, leur amour infini ;

Je souhaite qu'ils trouvent en ce modeste travail le témoignage de ma reconnaissance et toute mon affection,

A mes chères frères : Nabila, Souhila, Soumia, Ramzi, Amira, Chahd, Anis, et le petit Ishak.

Que dieu les protège.

A mes oncles : Faicel, Jalil, Nasser, Fateh, Sakina, Rafika, Noura, et Salima ;

Qui sont toujours près de moi ;

A ma fiancée : Chaima ;

Je souhaite tout le bonheur durant leur vie ;

A tout mes cousins ;

A tous les enseignants du primaire jusqu'à l'université particulièrement les enseignants de sciences et productions animales ;

A tous mes amis : Amine, Aziz, Djamel, Ihcene, Koukou, Kamma, Mohcen, messoud, Nasr Eddine, Rahmen, Redouane, Rami, Sami, Salah, Sliman, Toufik, Yassine ; et Houda, Meriem et Sana.

Ainsi qu'à tous les étudiants de la promotion qualité des produit et sécurité alimentaire 2013/2014.

SAMI SOUALMIA

Dédicaces

Tout d`abord louanges à << ALLAH >> qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail et nous a inspiré les bons pas et les bons réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n`aurait pas abouti.

Je dédie ce modeste travail à :

A mon très cher père qui je respect et prendre comme exemple dans ma vie,

A la femme que son amour est creusé dans mes fonds les plus profond depuis ma naissance, à ma mère que son âme repose en paix.

A mon frère et mes sœurs

A tout mes cher amie qui m`aiment et que j`aimais , qui j`ai passé des moments inoubliables : salah , koko , aziz , redwane , djamel , mohcen , badis , mohamed , nasro , yasine , khayro ,sami , amine , messoud , rami , hamza , slimane , ismail , toufik , ihcene .

A tous mes collègues de la promotion 2014 Qualité du Produit et Sécurité Alimentaire.

Merci pour tous les souvenirs que je garderai à jamais.

MAMENIA SAMIR

Résumé	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des photos	III
Liste des abréviations	IV
Introduction générale	1
Etude bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur le lait	3
Introduction	3
1.1. Généralités et définitions	3
1.2. Composition du lait	5
1.2.1. L'eau	6
1.2.2. Matière grasse	7
1.2.3. Matière azotée	8
1.2.3.1. La fraction azotée non protéique du lait (ANP)	9
1.2.3.2. Les protéines vraies	9
1.2.3.3. Autres protéines	10
1.2.4. Les glucides	10
a. Fermentation lactique.....	11
b. Fermentation propionique.....	12
c. Fermentation butyrique.....	12
d. Fermentation alcoolique.....	12
1.2.5. Matière minérale	12
1.2.6. Biocatalyseurs	13

1.2.6.1. Enzymes.....	13
1.2.6.2. Vitamines.....	13
1.3. Valeur nutritive du lait.....	14
1.4. Caractéristiques organoleptiques.....	14
1.5. Caractéristiques physique et chimique.....	15
1.6. Facteurs de variation de la composition du lait.....	15
1.6.1. Facteurs liés à l'animal	15
1.6.1.1. Facteurs génétiques.....	15
1.6.1.2. Les facteurs physiologiques.....	16
1.6.1.2.1. Le colostrum.....	16
1.6.1.2.2. Le stade de lactation.....	16
1.6.1.2.3. La rétention de lait.....	17
1.6.1.3. Facteurs pathologiques : les mammites.....	17
1.6.2. Facteurs d'environnement.....	18
1.6.2.1. Facteurs alimentaires.....	18
1.6.2.2. La traite.....	18
1.6.2.3. Le logement.....	18
1.6.2.4. La saison, le climat.....	18
1.7. Composition bactériologique.....	19
1.8. Traitement du lait.....	20
1.9. La production de lait en Algérie.....	21
1.9.1. Évolution de la production du lait cru dans la wilaya de Guelma.....	21
1.9.2. La production et la collecte du lait cru dans la wilaya de souk Ahras.....	22
1.10. La transformation traditionnelle du lait en Algérie.....	22

Chapitre II : Les fromages	24
2.1. Historique et origine des fromages	24
2.2. Définition	24
2.3. Méthode classique de fabrication	25
2.3.1. Coagulation.....	25
2.3.2. Egouttage.....	26
2.3.3. Salage.....	26
2.3.5. Affinage.....	26
2.4. Intérêt nutritionnel	27
2.4.1. La matière grasse.....	28
2.4.2. Les protéines.....	28
2.4.3. Le lactose.....	29
2.4.4. Minéraux et vitamines.....	29
2.4.5. Caractéristiques sensorielles.....	29
2.4.6. Microbiologie.....	30
2.6. La classification des fromages	30
2.6.1. Les fromages fondus.....	31
2.6.2. Les fromages frais.....	33
2.6.3. Les pâtes molles à croutes fleuries.....	35
2.6.4. Pâtes molles à croûtes lavées.....	36
2.6.5. Les pâtes persillées.....	38
2.6.6. Les pâtes pressées cuites.....	40
2.6.7. Les pâtes pressées non cuites.....	43
2.6.8. Les chèvres.....	45

2.7. Les différents fromages traditionnels en Algérie	48
Lben.....	48
2.7.2. Klila.....	49
2.7.3. Bouhezza.....	49
2.7.4. Jben.....	50
2.7.5. Autres préparations	51
2.7.5.1. Ighounane.....	51
2.7.5.2. Takammart.....	51
2.7.5.3. Aghoughlou.....	51
2.7.5.4. Imadghass.....	52

Partie expérimentale

Introduction	53
1. Matériels et Méthodes	53
1.1. Enquête et échantillonnage.....	53
1.2. Détermination de la matière sèche et du PH.....	54
1.3. Traitement statistique.....	55
2. Résultats et Discussion	56
2.1. Connaissance du produit.....	56
2.2. Consommation du produit.....	57
2.3. Préparation du produit.....	59
2.4. Conservation du produit.....	60
2.5. Appréciation du produit.....	61
2.6. Utilisation du produit.....	63
2.7. Commercialisation du produit.....	65

Fabrication du produit	66
1. Le Raib.....	66
2. Le leben.....	66
a. Caractéristiques physico-chimiques du leben.....	66
b. Les substances d'arôme.....	67
c. Microflore de fermentation.....	68
3. Autres Leben.....	69
4. Aspect nutritionnel.....	69
3. Le klila	70
Conclusion	74
Référence bibliographique	

Résumé

Une enquête de consommation a été réalisée auprès de 200 personnes prises de manière aléatoire sur trois tranches d'âge des deux sexes et dans les deux milieux sociaux rural et urbain. Les paramètres mesurés sont la connaissance, la consommation et l'appréciation d'un fromage traditionnel dénommé « Klila ».

Les résultats ont montré est connu par une large tranche de la société aussi bien en milieu rural qu'urbain.

Il est préparé de la même façon, il est dérivé surtout à partir du leben, il est consommée sous les deux formes : fraîche et conservé.

La mémoire culturelle de ce produit reste la cellule familiale, elle est beaucoup plus présente chez les personnes du 3^{ème} âge.

Mots clé : consommation, rurale, urbaine, connaissance, appréciation, fromage traditionnel, klila, leben, fraiche, conservé.

Abstract

A survey has been done randomly about 200 persons over three age levels of both sexes in the two social environments; rural and urban.

This survey was a data collection of the consumption of a traditional cheese called “Klila”.

The aim beyond this survey was to measure knowledge, consumption and acceptance of that cheese.

Results has shown that the cheese is known from a lot of persons in the rural society as the urban one too, they even prepare it in the same way, driven from Leben and consumed it two forms: fresh and canned.

Families know this product through generations and it is present well among persons of the third age.

Keywords: rural, urban, traditional, cheese, Klila, Leben, fresh, canned, knowledge, consumption, acceptance.

ملخص

أجريت عملية إحصاء على 200 شخص أخذوا بطريقة عشوائية ،على ثلاث مستويات من العمر ،وكلا الجنسين إضافة إلى الوسطين الاجتماعيين الريفي و الحضري .

دار هذا الإحصاء حول جمع معلومات استهلاك جبن تقليدي يدعى " كليلة " .

كما كان الهدف من هذا الإحصاء قياس نسبة المعرفة و الاستهلاك و القبولية لهذا الجبن .

أثبتت النتائج أن هذا الجبن معروف لدى شرائح معتبرة من المجتمع الريفي و كذا الحضري.

كما أنهم يحضرونه بنفس الطريقة ويكون غالبا مشتقا من اللبن ، ويستهلك على شكلين : طازج و مصبر.

المعلومة الثقافية لهذا المنتج تتوارث عبر الأجيال في الوسط العائلي ، وتكون مميزة وحاضرة لدى كبار

السن.

LISTE DES TABLEAUX

N° de tableau	Titre de tableau	Pages
01	Composition moyenne du lait de vache	6
02	Les caractéristiques physico-chimiques	15
03	Evolution du cheptel bovin de 2005 à 2009 en Algérie	21
04	Evolution de la production du lait cru (par litre) au niveau de la wilaya de Guelma	22
05	Evolution de la collecte du lait cru dans la wilaya de Souk Ahras	22
06	Les acides aminés essentiels en protéines du lait et en caséines (%)	28
07	Connaissance du produit (Sexe)	56
08	Connaissance du produit (Zone)	56
09	Consommation du produit (Sexe)	57
10	Consommation du produit (Zone)	58
11	Préparation du produit (Sexe)	59
12	Préparation du produit (Zone)	59
13	Conservation du produit (Sexe)	60
14	Conservation du produit (Zone)	60
15	Appréciation du produit (Sexe)	61
16	Appréciation du produit (Zone)	62
17	Utilisation du produit (Sexe)	63
18	Utilisation du produit (Zone)	64
19	Commercialisation du produit (Sexe)	65
20	Commercialisation du produit (Zone)	65

LISTE DES PHOTO

N° de photo	Titre de photos	Pages
01	Fromage Frais	35
02	Pate molle croute fleurie	36
03	Pate molle croute lavée	38
04	Pâtes persillé	40
05	Pâte pressée cuite	42
06	Pâte pressée non cuite	45
07	Chèvre	47
08	Klila à l'état frais après filtration	49
09	Jben à l'état semi solide	50
10	Takammart après fabrication séché au soleil	51
11	Aghoughlou de lait de vache	52
12	Quelques fromages produits par Arezki en Kabylie	52
13	Pesée avant séchage	54
14	Echantillons de klila après séchage	54
15	Malaxage de klila	54
16	Agitation de klila	54
17	Mesure par le PH- mètre	55

LISTE DES FIGURES

N° de figures	Titre de figures	Pages
01	Principales préparations traditionnelles algériennes à partir du lait frais.	23
02	Connaissance du produit	57
03 et 04	Fréquence et mode de consommation	58
05	Personnes ayant préparé le produit	60
06	Durée de conservation	61
07	Critères d'appréciation du produit	62
08	Appréciation du produit	63
09	Utilisation du produit	64
10	Disponibilité et achat du produit	65

LISTE DES ABREVIATIONS

%	Pourcentage
g	Gramme
c°	Degré Celsius
g/ml	Gramme par millilitre
PH	Potentielle d'Hydrogène
g/l	Gramme par litre
µm	Micromètre
P₂O₃	Acide Phosphorique
Na Cl	Chlorure de Sodium
ml	Millilitre
AGL	Acide Gras Libre
FFA	Free Fatty Acids
ANP	Azote Non Protéique
mg/ ml	Milligramme par millilitre
α Glu	Alpha glucose
β Glu	Béta glucose
α Gal	Alpha galactose
β Gal	Béta galactose
H₂O	Eau
C	Calcium
P	Phosphore
Mg	Magnésium
Kg	Kilo gramme
UHT	Ultra Haute Température
FFPN	Frisonne française pie noire
DSA	Direction des Services Agricoles
DA	Dinar Algérien
J-C	Jose christ
OCM	Organisation mondiale de consommateur
g/kg	Gramme par Kilogramme
CO₂	Dioxyde de carbone

AOC	A ppellation d' O rigine C ontrôlée
+/-	P lus ou m oins
°D	D egrés d ornique
ppm	P roportion p ar m ille
MG	M atière g rasse
DLC	D ate L imite C onsommation

Introduction

Générale

Introduction générale

Dans la plupart des pays africains, il y a une augmentation considérable de la demande en protéines animales. Les principaux facteurs de cette augmentation sont la croissance démographique, l'urbanisation massive, l'accroissement des revenus et la modification des habitudes alimentaires. Le lait des ruminants domestiques constitue l'une des sources de protéines les plus accessibles. Il joue un rôle important non seulement sur le plan nutritionnel, mais également sur le plan économique et socio-culturel.

Dans les villages les plus reculés et qui pratiquent l'élevage, les éleveurs produisent du lait en abondance pendant les périodes de haute lactation. Faute de moyens de conservation, ils se trouvent parfois obligés de jeter l'excès de lait. Etant donné que celui-ci est une denrée rapidement périssable, l'essentiel de la production doit être transformé. La méthode de conservation la plus simple est de le transformer en fromage. Ce dernier de part sa richesse en protéines de bonne qualité, en calcium et en vitamines, constitue un aliment de haute qualité nutritionnelle.

Depuis l'indépendance de l'Algérie, les pouvoirs publics se sont fixé un objectif à savoir, assurer la sécurité alimentaire du pays de façon progressive d'une part et favoriser l'accroissement de la production agricole pour les produits de base constituant la ration alimentaire du ménage algérien d'autre part. Vu que le lait représente une source de protéines animales appréciable dont la consommation moyenne est de 115 litres/habitant/an (Ministère du Commerce 2007), l'Algérie donne une grande importance au secteur laitier. Face aux contraintes d'intégration industrielle du lait cru et dans le but d'assurer un apport alimentaire journalier équilibré pour chaque algérien, l'Etat a privilégié la distribution subventionnée de lait essentiellement à base de poudres importées (Benyoucef, 2005).

Le recours à cette stratégie durant les années 70 et 80 a été encouragé par les prix bas des poudres de lait et de la matière grasse anhydre sur le marché mondial dû essentiellement à la surproduction du lait dans les pays développés.

Cette situation n'est pas restée telle quelle, puisque dans le but d'empêcher l'effondrement des prix au niveau du marché international, certains pays ont opté pour une politique de quotas laitiers (ce fut le cas des pays d'Europe), alors que d'autres ont opté pour la réduction des effectifs du bovin laitier par abattage (Canada et USA).

Plusieurs variétés de fromages sont connues dans le monde entier, plus de 1000 variétés de fromages sont produites dans le monde. Le fromage a été fabriqué par les indigènes pendant des siècles à l'aide de procédures traditionnelles. Ensuite, la technologie de fabrication a été transmise à travers les siècles accompagnant l'homme dans ces conquêtes. Actuellement le fromage est traité par des technologies modernes basées sur l'utilisation de ferments, dans des conditions bien définies pour lui offrir plus de sécurité microbiologique, et de qualité organoleptique.

Bien que des fromages similaires à « Klila » dans le monde entier tel que le « Jameed » au moyen orient et le « Chhana » en inde sont bien caractérisés, et ils sont produit à l'échelle industrielle en procédés continus utilisant les nouveaux procédés tel que l'atomisation et la lyophilisation.

Pratiquement aucune étude n'a été axée sur le fromage algérien Klila, et Il n'y a que peu de données sur ces caractéristiques biochimiques et microbiologiques et sur ses techniques de transformation.

L'objectif de notre étude est d'enquêter sur le procédé de fabrication et la consommation d'un fromage traditionnel « klila ».

Notre travail comprend deux parties:

- dans la première partie, nous avons traité la bibliographie relative à la composition du lait, ses propriétés et sa valeur nutritive. Cette partie, traite également de différents types de fromages et leurs procédés de fabrication.

- dans la deuxième partie nous avons réalisé une enquête de consommation du fromage « klila » dans différentes zones de la région de Guelma et Souk Ahras.

Partie I

Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités Sur Le Lait

Introduction

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an (Kirat, 2007). Cet aliment occupe une place prépondérante dans le régime alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. Matière première de l'industrie agroalimentaire, la filière Lait connaît une croissance annuelle de 8%, avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait (SILAIT, 2008).

1.1. Généralités et définitions

Le lait est blanc car il renferme des caséines. Les micelles de caséine absorbent toutes les longueurs d'onde de la lumière de sorte qu'aucune couleur de l'arc en ciel ne prédomine. Le beta-carotène qui se trouve dans la matière grasse peut parfois donner une teinte jaunâtre au lait et à la crème.

Sur le plan organoleptique, le lait est un liquide blanc opaque blanc mat plus ou moins jaunâtre selon sa teneur en beta-carotène. Il a une odeur peu marquée mais caractéristique. Son goût, variable selon les espèces animales est agréable et douceâtre.

Physiquement, le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases se différenciant par la taille des particules qui les composent. Sa densité (3% de matières grasses) est à 4°C de 1,0295 g /ml. La solution aqueuse vraie renferme des molécules (lactose) ou des ions à l'état dissous. Cette phase est stable. Les solutions colloïdales renferment des albumines et globulines, des minéraux tels le phosphate tricalcique et des micelles de caséine associées au calcium. Les globules gras (1 à 8 microns) sont entourés d'une membrane lipoprotéique.

Les microorganismes enfin, sont essentiellement constitués de bactéries. Le pH du lait de vache à 20°C est compris entre 6.5 et 6.7. Celui de la brebis est d'environ 6.5 et celui de femme légèrement alcalin soit 7 à 7.5. Un lait marmiteux est basique (pH > 7) et le colostrum a un pH voisin de 6.

En 1983, la Fédération Internationale de Laiterie a pour le lait proposé la définition suivante : « *produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction* ».

Le lait constitue le seul aliment des mammifères nouveau-nés absolument indispensable pour assurer leur survie puis leur croissance. Sur la terre, environ 2000 espèces de mammifères de la souris à la baleine sont concernés par ce type d'alimentation.

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

Le petit *Larousse* le définit tout simplement comme le « *liquide produit par les femelles des mammifères, aliment complet qui assure la subsistance du jeune au début de sa vie grâce à sa richesse en graisses émulsionnées, en protides, en lactose, en vitamines et en sels minéraux* ».

Selon Deforges et *al.* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent en vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

Selon le *congrès international* pour la répression des fraudes alimentaires, tenu à Genève en 1908, « *le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière ; (vache, jument, chèvre, brebis, etc.), bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum* ».

La production d'acide lactique au cours de la fermentation conduit à un abaissement du pH qui aura pour effet de cailler le lait. On distingue deux types de lait fermenté, en fonction du procédé de fabrication :

Le lait fermenté artisanal, obtenu soit à partir de lait frais, soit à partir de lait en poudre par fermentation naturelle.

Le lait fermenté industriel, qui résulte d'ensemencements par une flore à une température contrôlée.

1.2. Composition du lait

Les laits ont des caractéristique communes (composés d'eau, de matières grasses, de lactose de caséines et autres protéines, de sels minéraux, notamment de calcium, des vitamines), mais leur composition varie, qualitativement et quantitativement, selon les espèces, le lait est un aliment complet répondant aux besoins physiologique (Marcel, 2007).

Le lait de vache est un lait caséineux. Sa composition générale est représentée au tableau 1. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (Roudaut et Lefrancq, 2005).

Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multitude de facteurs : race animale. Alimentation, état de santé de l'animal, Période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite.

Tableau 1 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et *al.*, 2008).

	Composition (g/L)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3,7%)
Glucides (<i>lactose</i>)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 µm)
• Matière grasse proprement dite.	34	
• Lécithine (phospholipides)	0,5	
• Insaponifiable (stérols, carotènes, tocophérol)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire
• Caséine	27	phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 µm).
• Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5	Solution (colloïdale)
• Substances azotées non protéiques	1,5	Solution (vraie)
Sels	9	Solution ou état colloïdale
• De l'acide citrique (en acide)	2	
• De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2,6	
• Du chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
Constituants divers	Traces	
• (vitamines, enzymes, gaz dissous)		
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

1.2.1. L'eau

L'eau est quantitativement l'élément le plus important : 900 à 910 g par litre. Elle renferme tous les autres constituants du lait, notamment la matière sèche (Mathieu, 1998).

1.2.2. Matière grasse

La matière grasse du lait est fréquemment quantifiée par le taux butyrique. Elle se compose pour 98 % de triglycérides, le reste étant représenté par des phospholipides participant à la structure lipoprotéique de la membrane des globules gras. Présents en très grand nombre dans le lait (200), les acides gras se répartissent en acides gras courts (C4-C10), moyens (C12-C16) et longs (\geq C18). Pour une espèce donnée, leur nature est fort différente. De même, leur proportion varie selon les espèces. Environ 50 % des acides gras sont d'origine sanguine et 50% d'origine mammaire. Leur origine varie cependant en fonction de leur nature. Les acides gras courts proviennent d'une synthèse mammaire à partir d'acétate et d'hydrox butyrate. Les acides gras longs prélevés dans le sang, sont d'origine alimentaire (résorption intestinale sous forme de chylomicrons et de lipoprotéines) ou corporelle (lipolyse dans le tissu adipeux de réserve). Les acides gras moyens sont synthétisés dans la glande mammaire ou sont d'origine alimentaire ou corporelle.

La teneur en matière grasse du lait varie selon les espèces et chez la vache selon les races. La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre (Luquet, 1985). Il y a environ 10 milliards de globules gras par ml de lait dont la taille moyenne est de 3 à 5 microns. Le globule gras se compose d'une goutte de lipides centrale et d'une membrane périphérique dans la composition de laquelle on retrouve essentiellement des protéines et des phospholipides formant la membrane secondaire entourée d'une membrane primaire constituée des éléments figurés de la cellule.

Il n'est pas inutile de préciser qu'il existe une relation positive entre la teneur en matières grasses et celle des protéines : plus il y a de matières grasses, plus il y a de protéines.

• La lipolyse

Au sens étymologique, le mot lipolyse signifie dissolution, destruction des graisses. Elle a pour effet de transformer les triglycérides en acides gras libres (AGL ou FFA c'est-à-dire Free Fatty Acids).

La conséquence habituelle de ce type de transformation est le rancissement du lait. L'altération des qualités organoleptiques du lait. Normalement le degré d'acidité du lait qui constitue une mesure indirecte du degré de lipolyse doit être inférieure à 1,2.

Il est habituel de distinguer une *lipolyse naturelle* et une *lipolyse anormale* de nature induite ou spontanée.

- La lipolyse naturelle relève de l'activité des lipases présentes naturellement dans le lait et dont l'activité peut se développer pendant le processus de conservation du lait au froid.

- La lipolyse spontanée (ainsi définie par opposition à la lipolyse induite) peut apparaître en réponse à différents facteurs tels la fin de lactation, une diminution du rendement en lait, l'alimentation à base de betteraves, ensilage de sorgho, foin de mauvaise qualité, laits mammiteux (le matériel protéique membranaire est dans ce cas moins important et donc le globule gras devient plus sensible à la lipolyse).

Dans ce dernier cas, l'activité lipolytiques se trouve augmentée par les lipases d'origine bactérienne. Des numérations en germes supérieures à 1 million de germes par ml (teneur normale : (<10000 germes / ml) sont cependant nécessaires pour observer une altération du goût.

Sur le plan pratique, la lipolyse induite revêt davantage d'importance. Elle se définit comme étant la lipolyse déclenchée dans le lait cru par une agitation mécanique ou une turbulence du lait. Dans ce cas en effet, sous l'effet mécanique, la membrane du globule gras se rompt et les acides gras libérés sont directement en contact avec les enzymes lipolytiques. Cet effet mécanique est rencontré lors de fuites d'air dans l'installation de traite, lorsque le diamètre du lactoduc est insuffisant quant le lait tombe dans la chambre de réception ou dans le tank à lait d'une hauteur trop importante ou encore quand il y a des ruptures de pente dans le lactoduc. La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre (Luquet, 1985). Elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E, et K (Goursaud, 1985).

1.2.3. Matière azotée

La teneur en protéines du lait est une caractéristique essentielle de sa valeur marchande, technologique et biologique. La méthode *Kjeldahl* est la méthode de référence dans laquelle on admet que la teneur moyenne en azote du lait est de 15,65 %. La teneur en protéines exprimée en gramme par litre s'obtient en multipliant la teneur en azote par 100/15,65 soit 6,39. Cette méthode a le désavantage de surévaluer la teneur en protéines puisqu'elle dose également l'azote non protéique.

En routine, des appareils automatiques dosent les protéines par absorption infrarouge (Milko Scan système qui permet de doser simultanément les protéines, le lactose, la matière grasse et l'eau) ou par fixation d'un colorant (Pro-Milk système réservé au dosage de la protéine). Le taux moyen de protéine brute pour la race Holstein est de 3,35% et compris entre 2,8 et 4,5%. Le taux de protéine vraie est inférieur de 0,12 à 0,29% au taux moyen de protéine brute. La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques (Goursaud, 1985).

1.2.3.1. La fraction azotée non protéique du lait (ANP)

Elle représente respectivement chez la vache, la chèvre et la femme 5, 9 et 20 % de l'azote total du lait. Elle est essentiellement constituée par l'urée (33 à 79 % de l'azote non protéique du lait). On y trouve également et par ordre d'importance les acides aminés, l'acide urique, l'ammoniaque, la créatinine.

L'augmentation de la fraction non azotée est principalement due à un excès d'apport alimentaire azoté combiné ou non avec une insuffisance énergétique glucidique. Elle peut également être associée à une mammite. Il y a une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang. Cette teneur augmente lors de la mise à l'herbe et est maximale en automne.

1.3.3.2. Les protéines vraies

Elles se différencient de l'ANP par la grosseur de leurs molécules et sont présentes, quelque soit l'espèce sous deux phases : une phase micellaire insoluble (80 %) instable constituée essentiellement de caséines donnant au lait son aspect blanc opaque et une phase soluble (20 %) stable constituée des protéines sériques stables ou protéines du lactosérum (petit lait).

Les protéines se répartissent en deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire représente la caséine totale (environ 80% des protéines du lait) du lait. Elle est formée par quatre protéines individuelles:

- Alpha-caséines ou caséines [α_1 (36 %) et α_2 (10 %)].
- Bêta-caséine ou caséine β (34 %).
- Kappa-caséine ou caséine κ (13 %).
- Gamma-caséines ou caséine γ (7 %) (produits de la protéolyse de la β -caséine).

(Goy et *al.*, 2005).

L'autre fraction protéique (environ 17%) du lait est présente dans le lactosérum. Les deux principales protéines sériques sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine (Cayot et Lorient, 1998).

1.2.3.3. Autres protéines

Les caséines représentent 78 à 80 % des protéines du lait. Constituées d'environ 200 acides aminés, Les protéines sériques au nombre de quatre : la beta-lactoglobuline (60%), l' α -lactalbumine (20%), l'albumine sérique (7%) et les immunoglobulines (13%). La beta-lactoglobuline est présente dans le lait de la vache, de la truie mais pas de la jument. Son rôle est peu connu. Elle servirait d'apport protéique complémentaire pour le nouveau-né. L' α lactalbumine est un des composants de la lactose-synthétase et à ce titre joue un rôle essentiel dans la synthèse du lactose. Elle se trouve dans le lait de toutes les espèces animales.

L'albumine sérique est un bon indicateur d'un état inflammatoire de la mamelle. Cependant sa méthode d'évaluation est trop difficile que pour en permettre l'utilisation en pratique.

Sa concentration basale est très variable d'un animal à l'autre. Elle est également indépendante de sa concentration sanguine, de la parité de l'animal et des quartiers. Elle augmente avec le stade de gestation.

1.2.4. Les glucides

Ils sont essentiellement représentés par le lactose (5000 mg /100 ml de lait chez la vache), le glucose (14 mg/100 ml), le galactose (12 mg/100 ml), le myoinositol (5 mg/100 ml), le N-acétylglucosamine (11 mg/100 ml), l'acide Nacétylneuraminique (5 mg/100 ml) et des oligosaccharides du lactose.

L'importance de la production laitière dépend des concentrations sanguines en lactose (lors de la synthèse de lait, l'eau se trouve mélangée au lactose jusqu'à ce que sa concentration devienne égale à environ 5%) et donc en glucose. Celui-ci aura deux destinations essentielles :

D'une part sa métabolisation en lactose (chez la vache par exemple, cette transformation vise 50 à 70% du glucose) et d'autre part son utilisation pour la synthèse des acides gras à chaîne courte via le cycle des pentoses et le cycle *d'Embden-Meyerhoff*.

La synthèse de lactose nécessite l'intervention d'une enzyme : la lactosynthétase dans la constitution de laquelle on retrouve deux protéines : l'alpha-lactalbumine et la galactosyltransférase dont la synthèse est modulée d'une part par la prolactine qui a une action de stimulation et d'autre part par la progestérone qui, à concentration élevée inhibe la synthèse d'alpha-lactalbumine. Cette influence d'inhibition disparaît à l'approche du part, c'est-à-dire au moment où la progestéronémie diminue.

Une insuffisance d'apport en lactose ou une lésion de la cellule sécrétoire (mammite) sont de nature à réduire la concentration de lactose du lait. Par ailleurs, celle-ci augmente chez la vache avec le stade de lactation.

Le sucre principal du lait est le lactose ; c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre. C'est un disaccharide constitué par de l' α ou β glucose uni à du β galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 lactoses (Luquet, 1985):

- α Glu + β Gal α Lac hydraté : $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2O$
- β Glu + α Gal β Lac anhydre : $C_{12} H_{22} O_{11}$

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers. (Morrissey, 1995).

a. Fermentation lactique: due aux bactéries lactiques naturelles ou ajoutées (ferments lactiques) qui utilise le lactose en le transformant en acide lactique. Cette fermentation lactique est souvent accompagnée d'une production plus au moins grande de substances secondaires (ex. *diacétyle*) responsables de l'arôme des produits laitiers (Gordon et Loisel, 1991).

b. Fermentation propionique : due aux bactéries propioniques qui transforment le lactose en acide propionique et en acide acétique responsables de la saveur des fromages à pâte cuite et en gaz carbonique induisant l'ouverture de ces fromages. (Luquet, 1985).

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

d. Fermentation alcoolique : due à des levures qui hydrolysent le lactose en glucose et galactose et qui transforment ensuite le glucose en alcool éthylique.

Cette fermentation est utilisée en particulier dans la fabrication du kéfir, boisson issue de la fermentation du lait, contenant peu d'alcool et légèrement gazeuse. À température élevée, le lactose participe avec les protéines à des réactions de brunissement non enzymatique (*Réaction De Maillard*) pouvant altérer la couleur des laits stérilisés (Alais, 1975).

1.2.5. Matière minérale

Le lait contient des sels à l'état dissous (molécules et ions) et à l'état colloïdal. Ils sont essentiellement d'origine minérale. Le calcium et le phosphore sont les deux éléments fondamentaux de la structure de la micelle.

Ils sont avec le magnésium, responsables de la stabilisation de la micelle. Les ions potassium, sodium et chlore réalisent avec le lactose, l'équilibre de pression osmotique du lait dans la mamelle vis à vis de la pression sanguine. Ils subissent des variations importantes en cas de mammite.

La concentration du chlore augmente dans le lait en cas de mammite. Bien que sa détermination puisse être possible en laboratoire au moyen d'un test à base de bichromate de potassium et de nitrate d'argent, en pratique elle s'avère peu fiable puisque la concentration dépend également de la quantité de lait produite. Les teneurs en oligo-éléments sont très variables en fonction du degré de contamination du lait après la traite. Les teneurs en Ca, P et Mg sont indépendants de la ration, l'animal pouvant faire appel à ses réserves osseuses.

En cas de carence, c'est la production de lait qui diminue. Le lactosérum et les vitamines liposolubles (A, D, E) associés à la matière grasse (crème, beurre). La matière minérale du lait (7g à 7,5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Il est possible de doser les matières minérales ou cendres du lait par une méthode de calcination à 550°C (Luquet, 1985).

Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio disponibles. Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (Mathieu, 1998).

1.2.6. Biocatalyseurs

1.2.6.1. Enzymes

Ceux sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Ils sont normalement présents en grand nombre dans le lait (60) puisqu'en effet les six classes définies par l'Union Internationale de Biochimie à l'exception d'une (les ligases) y sont représentées soit les oxydoréductases, les transférases, les hydrolases, les lyases et les isomérases. Ils sont inactivés par la pasteurisation. La moitié d'entre elles sont des hydrolases (Blanc, 1982 ; Pougheon, 2001).

Leur rôle apparaît divers. Ce sont des facteurs de dégradation des constituants du lait. Elles induisent donc des modifications technologiques (pertes de rendements) et organoleptiques (lipases et protéinases). Elles ont un rôle antibactérien (peroxydase et lysozyme). Elles peuvent servir d'indicateur de qualité hygiénique (catalase augmentée par les germes et les leucocytes), de traitement thermique vu leur thermosensibilité et d'espèce puisque tous les laits ne renferment pas les mêmes enzymes.

1.2.6.2. Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique.

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- **les vitamines hydrosolubles** (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait.

- **les vitamines liposolubles** (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (Debry, 2001).

1.3. Valeur nutritive du lait

Le lait ne peut ; couvrir entièrement les besoins, avec les quantités normalement ingérés (Alais, 1984).Cependant c'est un aliment qui peut répondre de façon équilibrée à la plupart des besoins nutritionnels de l'homme. Selon Hamama, (1996), pour un enfant de 5 ans un demi-litre de lait peut couvrir quotidiennement environ :

- 25% des besoins caloriques
- 40% des besoins protéiques
- 70% des besoins en calcium et en vitamines B2
- 30% des besoins en vitamines A et en vitamines B1

Cette présence dans le lait de tous les éléments essentiels de l'alimentation humaine affaît dire, pendant longtemps, que le lait est un aliment complet. Grâce aux progrès de la chimie et de la nutrition, on s'est rendu compte de sa pauvreté en fer, en certains oligo-éléments, en vitamines et en fibres. (ISRA, 1999)

1.4. Caractéristiques organoleptiques

La qualité organoleptique (couleur, odeur et texture) d'un produit se dégrade au fil du temps. La durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux.

Un lait de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques particulières qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité etc. Le lait est un liquide de couleur blanc mat, opaque à cause des micelles de caséinates. Le lait peut être parfois bleuté ou jaunâtre du fait du bêta carotène ou de la lactoflavine contenue dans la matière grasse. Son odeur est toujours faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

Il a une saveur douceâtre, faiblement sucrée, en raison de sa richesse en lactose (Alais, 1984). La viscosité du lait est fonction de l'espèce. Chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores et femme), le lait est visqueux alors que chez les polygastriques, le lait est moins visqueux.

1.5. Caractéristiques physiques et chimiques

Certaines caractéristiques physico-chimiques du lait notamment le pH, l'acidité titrable renseignent sur la qualité hygiénique du lait. D'autres comme le point cryoscopique et la densité permettent de détecter les fraudes. Le tableau (2) donne les valeurs de référence pour certaines caractéristiques physico-chimiques du lait.

Tableau 2: Les caractéristiques physico-chimiques (Bourgeois et *al.*, 1990)

Caractéristiques physiques	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
Caractéristiques chimiques (g / 100g)	Valeurs
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséines	2,8
Teneur en albumines et globulines	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendres	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

1.6. Facteurs de variation de la composition du lait

1.6.1. Facteurs liés à l'animal

1.6.1.1. Facteurs génétiques

La race de l'animal influence la composition du lait. La variation inter-races est importante pour le taux butyrique, intermédiaire pour les protéines et faible pour le lactose.

Les taux de calcium, phosphore, potassium et sodium sont fortement héréditaires. L'hérédité de la production laitière, des quantités de matière grasse et de protéine est moyennement élevée puisque respectivement comprise selon les études entre 0,19 et 0,38 ; 0,15 et 0,38 et 0,21 et 0,36. A l'inverse, les taux butyreux et protéique sont fortement héréditaires puisque leur hérédité est comprise selon les études respectivement entre 0,41 et 0,64 et entre 0,39 et 0,71.

L'hérédité des différentes protéines du lait est très variable : alpha-caséine 0,02, beta-caséine 0,03, kappa-caséine 0,005, beta-lactoglobuline 0,24, alpha-lactalbumine 0,14, albumine sérique 0,15 et immunoglobuline 0,02.

1.6.1.2. Les facteurs physiologiques

1.6.1.2.1. Le colostrum

C'est un liquide jaune visqueux, à réaction acide présent dans la mamelle quelques jours avant et après l'accouchement. Son taux de protéines y est très élevé du fait de la concentration élevée en immunoglobulines. La proportion des caséines est faible bien que leur quantité soit supérieure à celle du lait. Ses concentrations en azote et en matières grasses passent respectivement de la première traite au 10^e jour de 160 g/l à 35 g/l et de 50g/l à 39 g/l.

1.6.1.2.2. Le stade de lactation

La quantité de matières grasses diminue jusqu'au pic de lactation puis augmente par la suite à raison de 0,05% par mois. Par ailleurs, la part des acides gras à chaîne courte et moyenne augmente suite à la mobilisation des graisses corporelles tandis que celle des acides gras à chaîne longue diminue pendant la première moitié de la lactation.

La plupart des études rapportent une diminution du taux protéique au cours des premiers jours de lactation avec une concentration minimale au moment du pic de production puis une augmentation constante jusqu'au moment du tarissement.

Cette évolution au cours des premières semaines de lactation s'explique par l'absence en quantité suffisante des nutriments nécessaires à la synthèse protéique et en particulier des acides aminés. Les protéines sériques et les caséines présentent une évolution parallèle c'est-à-dire une chute rapide au cours des premières semaines de la lactation puis une augmentation progressive jusqu'au moment du tarissement. Elles présentent cependant une évolution variable selon leur nature.

Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques que ceux des animaux âgés c'est-à-dire une augmentation du taux leucocytaire, l'apparition d'un goût de rance, une augmentation du taux de protéines solubles, une diminution des caséines et donc du rendement fromager et augmentation de la teneur en chlorures (goût salé).

L'influence du numéro de lactation est faible. Certaines modifications peuvent être imputées à une détérioration de l'état sanitaire de la mamelle avec l'âge. Le taux butyrique augmente avec l'âge de l'animal.

A défaut d'effet significatif, on note une tendance à avoir le taux protéique le plus faible chez les primipares et le plus élevé chez les vaches en seconde lactation avec ensuite une diminution progressive avec le nombre de lactations et une chute de 0,4 % après 5 lactations. Cette évolution est imputable à la réduction du taux de caséines puisque le taux de protéines sériques reste pratiquement constant.

Les alpha-caséines augmentent avec l'âge alors que les beta-caséines diminuent et que les kappas restent constants en fonction de la parité. Les immunoglobulines augmentent nettement avec l'âge alors que la beta-lactoglobuline et l'alpha-lactalbumine diminuent et que l'albumine sérique tend à augmenter. Ces variations ont été imputées au taux de cellules somatiques.

1.6.1.2.3. La rétention de lait

Elle peut être due à un stress, une lésion du pis, une traite défectueuse, une interruption de la traite ou de la tétée ou à une absence de traite. Les modifications de la composition du lait dépendront de l'importance de la rétention. On observe une diminution du lactose avec passage dans le sang et les urines, une diminution des matières grasses, des matières minérales et azotées, une augmentation du chlorure de sodium et des mononucléaires.

1.6.1.3. Facteurs pathologiques : les mammites

D'une manière générale, plus la mammite est grave plus la composition du lait se rapproche de celle du plasma sanguin. La mamelle lésée se comporte comme un organe d'élimination : il y a donc une diminution des molécules élaborées (lactose, caséines, lipides) et une augmentation des molécules filtrées (protéines solubles : immunoglobulines et albumines sérique, matières minérales).

On n'observe pas de modifications significatives de la matière azotée non protéique. Le PH ($\text{PH} > 6.7$ à 7) et la conductivité électrique augmentent. Ces modifications réduisent l'aptitude du lait à coaguler, la production d'acide lactique par les bactéries et perturbent donc les processus de transformation du lait.

1.6.2. Facteurs d'environnement

1.6.2.1. Facteurs alimentaires

L'influence de l'alimentation sur les aspects qualitatifs et quantitatifs de la production laitière est variable.

1.6.2.2. La traite

A l'inverse de la matière grasse, le lait du début de traite tend à être plus riche en protéines que le lait de fin de traite. Le lait de fin de traite est ainsi 4 à 5 fois plus riche en matières grasses que le lait de début de traite suite à la meilleure libération des globules graisseux par les acini.

L'intervalle entre deux traites a peu d'influence sur la concentration en protéines. En cas d'intervalles de traite inégaux, le meilleur taux butyrique sera obtenu après l'intervalle le plus court. La concentration en protéines du lait de la traite du soir est toujours plus importante.

La lipolyse et donc la concentration d'acides gras libres peut être accentuée par le transport du lait dans les lactoducs par comparaison aux pots trayeurs. La réduction de l'intervalle entre les traites augmente la teneur en matières grasses mais n'a pas d'effet sur le taux protéique ou la composition de la fraction azotée du lait.

1.6.2.3. Le logement

Rares et non concluantes sont les études relatives à l'influence du logement sur la composition du lait.

1.6.2.4. La saison, le climat

L'influence de la saison résulte des effets combinés de l'alimentation, des facteurs climatiques et du stade de lactation des vaches. On peut observer qu'après avoir augmenté passagèrement lors de la mise à l'herbe, les teneurs en matière grasse et azotée du lait diminuent pendant deux à trois mois jusqu'en juillet puis augmentent du mois d'août au mois d'octobre.

Des écarts de 0.25 Kg de matières azotées /100 litres de lait ont été rapportés au Québec entre le mois de mai le plus faible et le mois de novembre le plus élevé. La concentration en calcium est minimale en été et maximale au printemps. On peut également observer une réduction de la production laitière lors de températures supérieures à 27°C et inférieures à -4°C.

L'humidité de l'air ne semble exercer une action significativement négative sur la production laitière que lorsque la température est supérieure à 24°C. Le vent n'exerce un effet négatif que lorsque la température est supérieure à 27°C. Une augmentation de l'intensité lumineuse au-delà de 21°C entraîne une réduction de la consommation et de la production laitière.

1.7. Composition bactériologique

La richesse du lait en éléments nutritifs (glucide ; protéine ; lipides...etc.) fait de lui également un excellent milieu pour le développement de nombreux microorganismes. De ce fait on trouvera dans le lait d'une part les microorganismes de contamination, constitués par la flore d'altération et les bactéries pathogènes, puis les microbes indigènes (lactobacilles, streptocoques) responsables de la fermentation du lait. Certains microorganismes constituent un danger pour le consommateur du lait cru ou de produits fabriqués avec du lait cru.

D'autres sont seulement des agents d'altération de ces produits ; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirables (Richard, 1990 et Guiraud, 1998).

L'intérieur de la mamelle est habituellement peu contaminé. Deux sources de contamination doivent habituellement être prises en considération : les mamelles d'une part et le matériel de traite d'autre part.

La majorité des germes concernés constitue une flore de transit sans grande conséquence pour les conservations ou les transformations ultérieures du lait. En l'absence de soins particuliers lors de la préparation de la mamelle, la contamination du lait par la peau du trayon peut cependant atteindre 50 000 à 300 000 germes totaux par ml. La contamination par le matériel de traite dépend essentiellement de la conception et de l'état du matériel de traite et de la qualité du nettoyage. A côté de la flore banale mésophile, on peut identifier une flore psychrotrophe et une flore anaérobie, les spores butyriques (genre *Clostridium*).

Celles-ci sont essentiellement d'origine tellurique et le cycle de contamination ensilages /matières fécales /lait a été bien démontré. Un lait excellent doit renfermer moins de 400 spores par litre. Une concentration supérieure à 10 000 spores par litre est considérée comme mauvaise. La conservation du lait par le froid aboutit à la sélection d'une flore psychrotrophe principalement représentée par le genre *Pseudomonas* mais aussi par des levures ou des moisissures. Ces germes présentent la particularité de pouvoir se développer à des températures inférieures à 7°C.

D'origine tellurique, ils sont présents dans l'eau, les ensilages, le foin. Ils sont particulièrement résistants aux dérivés chlorés. Ils n'entraînent cependant un risque d'altération du lait que si leur concentration est supérieure à 1.000.000 par ml. Ce nombre risque d'être atteint si le lait est conservé plus de 3 jours à une température de 4°C. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) (Guiraud, 1998).

1.8. Traitement du lait

Le lait est un produit très périssable et doit donc subir de nombreux traitements dans le but de prolonger sa durée de conservation et d'éliminer tout risque pour la santé du consommateur.

Il existe deux types de traitement thermique : *la stérilisation* et *la pasteurisation*.

- La *stérilisation* se fait à une température supérieure à 100°C. Elle a pour but de détruire l'ensemble des germes.

Dans la stérilisation UHT (Ultra Haute Température), la méthode vise la réduction du nombre de germes thermophiles par un facteur de 10⁹ afin de prévoir une marge de sécurité.

- La *pasteurisation* se fait à température inférieure à 100°C et ne vise à détruire que les germes pathogènes présents sous forme végétative ainsi que la presque totalité des germes Saprophytes. La pasteurisation est couplée à la réfrigération afin de stabiliser le produit.

La destruction des microorganismes est fonction donc de deux paramètres : la température et la durée du traitement (Alais, 1984 et Vignola, 2002). Le lait peut être transformé, par des actions enzymatiques ou microbiennes, en produits ayant acquis de nouvelles caractéristiques alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue (Guiraud, 1998).

1.9. La production de lait en Algérie

Les races locales très peu productives, contribuent faiblement dans la production laitière. En plus des essais d'amélioration génétique de ces races, des politiques programmés au secteur laitier par l'état algérien pour diminuer la facture des importations de lait et dérivés.

En Algérie en 2009, le Cheptel bovin laitier à été estimé à 896.830 têtes (tableau 3), Constitué principalement de 03 races : frisonne française pie noire FFPN, hollandaise pie rouge et la montbéliarde.

Tableau 3. Evolution du cheptel bovin de 2005 à 2009 en Algérie.

Année	2005	2006	2007	2008	2009
Vaches/têtes	872 300	892 960	893 684	894 500	896 830

Source : DSA (2010)

La production de lait cru collecté auprès des éleveurs a atteint 572 millions de litres en 2011, en hausse de 46,66% par rapport au niveau de l'année précédente, alors que la filière a réalisé un chiffre d'affaire de 146 milliards de DA, a affirmé dimanche le ministère de l'Agriculture et du Développement rural^[1]

Le nombre de génisses importées pour faire augmenter la production laitière est en croissance. En 2013, "l'Algérie a importé 120 000 têtes", a indiqué une source sûre proche de la filière. La prise de conscience que l'avenir de cette filière est dans la production locale de lait cru est sensible. Mais ce n'est pas suffisant, indique un spécialiste, car il ne suffit pas d'importer des vaches pour augmenter la production.^[2]

1.9.1. Évolution de la production du lait cru dans la wilaya de Guelma

Les données du Tableau3 montrent une évolution remarquable de la production laitière de 2000 à 2007, passant de 19 millions de litres de lait à 29 millions, avec un pic de 32 millions de litres de lait en 2006.

Par contre, la diminution enregistrée en 2007 par rapport à l'année d'avant, peut être attribuée d'une part aux conditions climatiques qui ont prévalu dans la région à la fin 2006 et d'autre part à la hausse des prix des aliments concentrés de bétail et du foin. La production laitière en Algérie est régie par les conditions climatiques et les conditions d'élevage.

Tableau 4. Evolution de la production du lait cru (par litre) au niveau de la wilaya de Guelma

Désignation	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne 2000 2007
Production de lait	19569	17642	21222	26358	27000	23675	32065	29450	24 623

Source : DSA Guelma 2008

1.9.2. La production et la collecte du lait cru dans la wilaya de souk Ahras

La quantité de lait produite dans la wilaya de Souk Ahras est passée de 45 millions de litres en 2001 à plus de 77 millions de litres en 2009 ; ces chiffres réalistes, en raison de la vente informelle qui concerne plus de 60 % de la production annuelle mise sur marché.

Des taux similaires de vente informelle, dans les pays du sud et de l'est de la Méditerranée, (Padilla et *al.*, 2004) ont constaté ainsi, que 25 à 75 % du chiffre d'affaire de la filière lait est dégagé par le circuit informel.

Ce chiffre peut s'expliquer par l'ancrage anthropologique de certaines pratiques économiques, mais également par l'échec des politiques économiques publiques qui laisse un vide, que le circuit informel, plus adapté au terrain finit par occuper (Zaoual, 2006). Le taux de collecte est passé de 7,8 % en 2001 (taux similaire à la moyenne nationale à 15,8 % en 2009. (Bencharif, 2001).

Tableau 5. Evolution de la collecte du lait cru dans la wilaya de Souk Ahras.

Années	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Quantité	3526 388	3932 772	4126 970	5966 595	5196 359	5000 000	6217 188

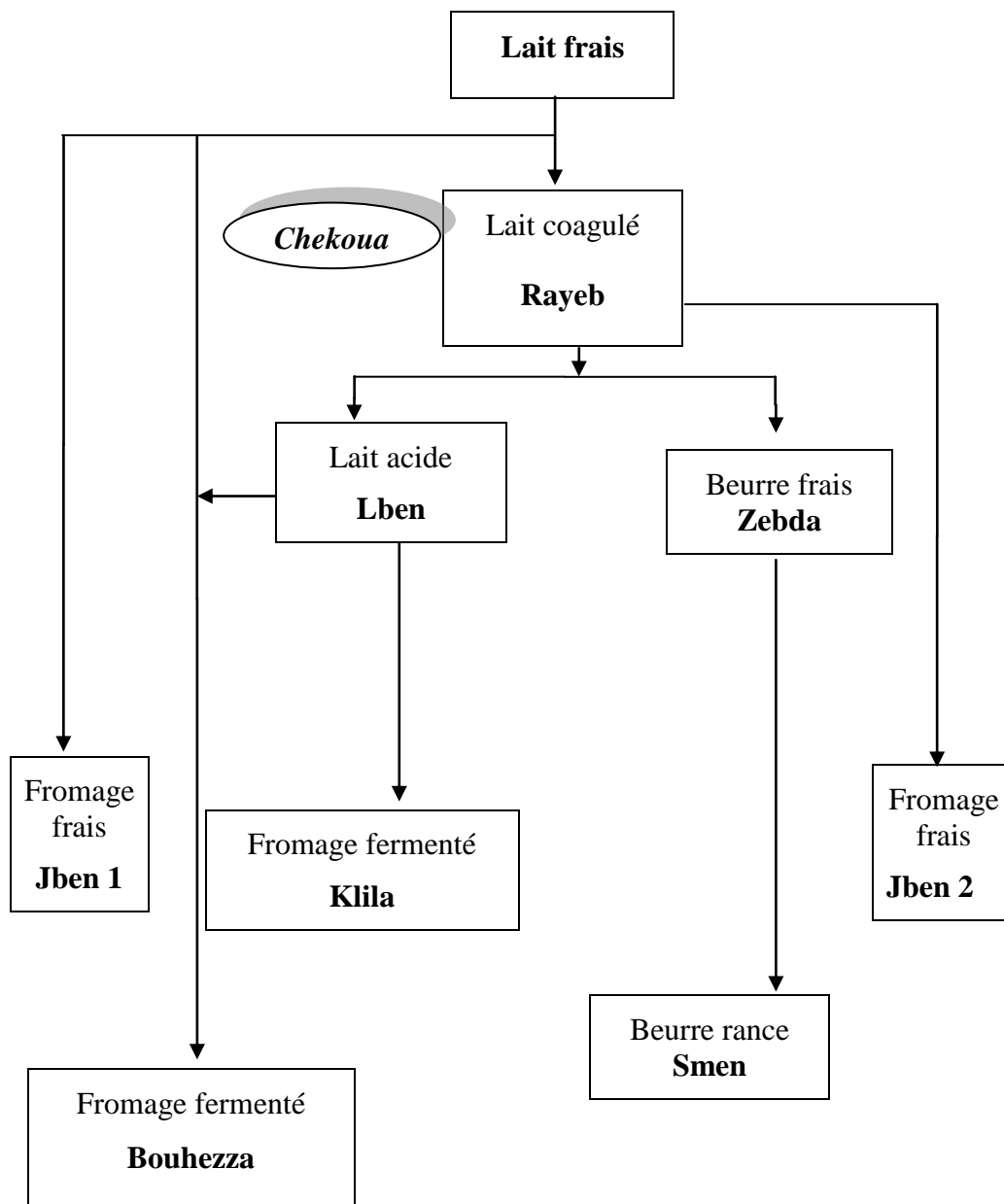
Source : DSA 2010

1.10. La transformation traditionnelle du lait en Algérie

L'Algérie a une tradition de transformation des laits, bien établie, pour obtenir certains dérivés. Ce savoir faire est transmis de génération en génération, c'est un aspect important de la culture algérienne (Figure 1).

Le lait, abondant durant certains périodes de l'année, notamment au printemps et en été, dans le milieu rural, il est difficile de le conserver, surtout dans les zones a climat très chaud.

La difficulté de sa préservation à l'état frais à conduit au développement instinctif de technologies de transformation traditionnelle (Dharam et Narender, 2007).



Université de Batna, Dept. Agronomie

Figure 1. Principales préparations traditionnelles algériennes à partir du lait frais

Chapitre II : Les Fromages

2.1. Histoire des fromages

Jadis, on faisait cailler le lait dans des formes percées de trous pour qu'il s'y égoutte. Ces faisselles, en latin, se disaient "forma" et Le mot "fromage" tire son origine de son moule et non de son procédé de fabrication. Au 13eme siècle, "forma" devient "fromage", "fourmage" ou encore "fourmaigne".^[3]

La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme a connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait, et ce depuis la découverte sur les rive de lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans av J-C.

Cependant l'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine, tout le monde s'entend pour dire que le fromage serait originaire du sud ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans, les romains auraient stimulés le développement de nouvelles variétés durant leur invasion de l'Europe entre 60 av. J.-C et 300 après J.-C, leur influence est reflétée dans l'étymologie. En effet le mot latin caseus, signifiant fromage est la racine donnera le mot caséine en français, nom qui désigne protéine coagulable du lait (Gelais et *al.*, 2002, Katz et Weaver, 2003).

2.2. Définitions

Un règlement de l'union européenne de 2007 dit « OCM » impose que la dénomination « fromage » soit réservée aux produits laitiers « produits dérivés exclusivement du lait, étant entendu que des substances nécessaires pour leur fabrication peuvent être ajoutées, pourvu que ces substances ne soient pas utilisées en vue de remplacer, en tout ou partie, l'un des constituants du lait ».^[4]

En France, un décret définit le nom « fromage » comme étant réservé au « produit fermenté ou non, obtenu par coagulation du lait, de la crème ou de leur mélange, suivi d'égouttage ».^[5]

Le fromage, selon la norme (Codex STAN 283-1978), 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 /caséines ne dépasse pas celui du lait.

On l'obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques correspondant à la définition précédente (Eck, 1997).

2.3. Méthode classique de fabrication

La transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales: la coagulation, l'égouttage et l'affinage. Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais (Evette, 1975).

La qualité du lait de fromagerie est fonction de son aptitude à donner un bon fromage, dans des conditions de travail normales, avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit tels que sa composition chimique, sa richesse en caséines, sa charge microbienne et la nature de sa microflore, son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de son comportement vis-à-vis de la présure (Remeuf et *al.*, 1991).

2.3.1. Coagulation

La coagulation du lait constitue une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe (Abiazar, 2007), en industrie fromagère, le procédé choisi pour la coagulation a un large effet sur la texture du produit fini (Herbert et *al.*, 1999), la coagulation soit acide ou enzymatique peut être affectée par différents facteurs (Gelais et *al.*, 2002).

La fabrication du fromage nécessite une phase de coagulation du lait, qui permet d'expulsion plus ou moins grande d'une partie de l'eau et de la matière soluble (le sérum), on obtiendra ainsi un caillé ou un fromage non affiné.

La coagulation correspond à une modification physico-chimique des micelles de caséine sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) d'acide lactique. Celles-ci entraînent la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel.

Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement, suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes, ou encore par l'action combinée des deux (Eck et Gillis, 1990).

2.3.2. Egouttage

L'égouttage se traduit macroscopiquement par une élimination du lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement du gel. L'égouttage résulte, à la fois, d'un processus actif, appelé synérèse, et de l'aptitude du gel à évacuer le lactosérum occlus. Il ne s'agit pas d'une simple déshydratation. La plus grande partie des éléments solubles du lait (lactose, sels minéraux) et quelques fractions insolubles mineures (protéines solubles) sont expulsées du gel avec l'eau (Gelais et *al.*, 2002).

Les mécanismes conduisant à la synérèse sont complexes et celle-ci résulte de deux propriétés différentes du gel lacté :

- un pouvoir de contraction de la trame protéique formée par les micelles de caséine lors de la coagulation, qui se traduit par une compaction du gel.
- une aptitude du gel à évacuer le lactosérum interstitiel qui est fonction de la porosité et de la perméabilité.

2.3.3. Salage

Le salage représente une étape importante non seulement pour la formation de la croûte et le goût salé des fromages affinés, mais aussi parce qu'il conditionne la phase d'affinage en intervenant sur l'activité de l'eau des fromages qui régit les développements microbiens et enzymatiques, principaux agents de l'affinage (Riahi, 2006).

En fin de salage, le sel se trouve concentré dans les couches superficielles du fromage et migre jusqu'au cœur du fromage (en raison d'un gradient de concentration) pendant l'affinage.

Les cinétiques de transfert du sel au moment du saumurage sont dépendantes de la perméabilité, du rapport surface/volume et du pH du caillé, et également de la température et de l'agitation de la saumure (Mahaut et *al.*, 2000).

2.3.5. Affinage

L'affinage résulte de l'action des enzymes provenant du développement des quatre groupes de microorganismes suivants (Amiot et *al.*, 2002) :

- Les moisissures du genre *penicillium* (croute fleurie et pâte persillée)
- Les bactéries aérobies du genre *brevibacterium* associées à des levures ou à des moisissures (croute lavée)
- Les bactéries productives de gaz du genre *Propionibacterium* (affinage dans la masse avec ouvertures)
- Les bactéries lactiques

Sa durée peut aller de quelque jours pour les fromages affinés à patte molle jusqu'à quelques années pour d'autres fromages tel que le «Wheel of Parmigiano-Reggiano» (Katz et Weaver, 2003).

Les enzymes responsables de la transformation ont trois origines : celles présentes naturellement dans le lait, les agents coagulants ajoutés et celles des différents micro-organismes bactériens, levures et moisissures (Goudédranche et *al.*, 1999).

Le lactose est hydrolysé sous l'action de nombreux micro-organismes. La molécule, après pénétration dans la cellule du microorganisme est transformée en glucose et galactose puis dégradée par de nombreuses voies métaboliques.

La matière grasse subit également des transformations sous l'action des lipases d'origine naturelle du lait ou microbienne. Les protéines subissent une série de transformations qui font apparaître des fractions peptidiques de masse moléculaire de moins en moins élevée, des acides aminés libres et des composés résultant du catabolisme de ces derniers. Ces transformations participent à la formation de la texture et de l'arôme du fromage.

2.4. Intérêt nutritionnel

Le fromage a une longue tradition dans l'alimentation humaine. Autrefois, il s'agissait principalement d'une forme concentrée de lait qui avait l'avantage d'avoir une durée de conservation prolongée.

Le taux élevé de lipides et de protéines dans le fromage en fait un aliment nutritif, riche en énergie, qui convenait bien à nos ancêtres travaillant durement. Des recherches récentes en nutrition ont mis en évidence la contribution du fromage dans l'alimentation et la santé humaine (Walther et *al.*, 2008).

2.4.1. La matière grasse

Les lipides sont l'un des principaux composants du fromage, ils représentent 20 à 35% de l'extrait sec totale. Comme les lipides du lait, les lipides du fromages (à l'exception des fromage à moisissures) présentent une teneur d'environ 60 g/kg pour les acide gras mono insaturés, et 46g/kg en acide gras polyinsaturés, la composition varie selon la saison, la matière grasse contribue à la flaveur du fromage frais et affiné (Walther et *al.*, 2008).

La plupart des acides gras se présentent sous forme de triglycérides, mais plus de 5g/kg en fromage peut être présentés sous forme d'acides gras libres (Renner, 1993), ces derniers sont issues de l'hydrolyse des lipides du lait par les lipases d'origine microbienne, et par la présure ajoutée pendant la fabrication, leur présence est essentiel pour la flaveur de plusieurs fromages, ainsi ils sont absorbés rapidement pendant la digestion.

2.4.2. Les protéines

Les constituants protéiques de l'alimentation doivent contenir les acides aminés essentiels à la nutrition, et les protéines animales sont la principale source de ces acides aminés par comparaison aux protéines d'origine végétale (Scott et *al.*, 1998), les besoins protéique pour l'adulte sont approximativement 1g/kg du poids corporel. Le fromage est une source convenable de protéines; puisque normalement il apporte tous les acides aminés essentiels (Tableau 6), ainsi 100g de fromage frais apportent 30 à 40 % des besoins journaliers en protéine pour un adulte, et 40 à 50% si on apporte un fromage à pate cuite (Renner, 1993).

Tableau 6. Acides aminés essentiels en protéines du lait et en caséines (%)

(Scott et *al.*, 1998)

Acides aminés	lait	caséines
Arginine	3.7	3.9
Histidine	2.2	3.0
Thréonine	4.6	4.5
Valine	7.1	7.4
Leucine	12.1	10
Méthionine	208	3.3
Tryptophane	3.4	9.6

2.4.3. Le lactose

Le lait contient du sucre ou le lactose, les fromages, et surtout affinés, ne contiennent pas une quantité appréciable de lactose, le lactose est perdu en lactosérum pendant la fabrication ou converti en acide lactique, lactate, et ultérieurement en diacétyle, acétylaldehyde, acide acétique éthanol et CO₂ pendant le procédé d'affinage des fromages (Scott et *al.*, 1998, Walther et *al.*, 2008).

2.4.4. Minéraux et vitamines

Le fromage contient des quantités appréciables de minéraux, le fer, le calcium et le phosphore sont les plus abondants. En effet 100 g de fromage dur peut couvrir les besoins journaliers d'un adulte moyen à 50% du phosphore, vu que la biodisponibilité est bonne comparée à d'autres aliments (Tsuchita et *al.*, 2001).

Plusieurs traces d'éléments tels que le zinc, le fer, l'iode, le sélénium et le cuivre ont été trouvés dans le fromage avec des faibles concentrations. La teneur en vitamines liposolubles des fromages dépend de leur richesse en matière grasse, pour les fromages gras (full fat), environ 80% de vitamine A du lait passe au fromage, la teneur en vitamine B est aussi importante sa concentration dépend de plusieurs facteurs tel que type d'inoculum et la durée de la période d'affinage, plusieurs bactéries ont l'aptitude de synthétiser la vitamine B (Dillon, 1997).

2.4.5. Caractéristiques sensorielles

Les caractéristiques sensorielles des fromages sont une préoccupation importante des filières. La qualité sensorielle des fromages varie en fonction de la technologie de fabrication et des caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles-mêmes de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique, alimentaire etc. Par exemple les vaches de race normande, Brune, ou Montbéliarde produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui de vaches Holstein conduites dans les mêmes conditions (Froc et *al.*, 1988, Mistry et *al.*, 2002).

Le gel obtenu après adjonction de présure est plus ferme et les rendements fromagers sont plus élevés. L'essentiel de cet effet est lié d'une part aux différences de teneurs en caséines des laits d'une race à l'autre et d'autre part aux variations du polymorphisme génétique des lactoprotéines et en particulier à la fréquence du variant B de la caséine κ .

En effet, il est maintenant bien établi que les variantes de cette caséine, dont la fréquence diffère fortement d'une race à l'autre, influencent l'aptitude à la coagulation des laits (Grosclaude 1988, Macheboeuf et *al.*, 1993).

2.4.6. Microbiologie

Les différentes phases d'élaboration du fromage vont dépendre de la présence de microorganismes utiles. Ces germes vont conditionner la réussite du fromage en lui donnant ses caractéristiques de texture, de saveur, d'aspect, etc. Produire un fromage consiste à sélectionner et à favoriser le développement des germes utiles, tout en limitant la contamination par des germes indésirables et en entravant leur développement. (Le Jaouen, 1993). La présence des micro-organismes dans le fromage va dépendre du degré de contamination et des capacités de développement des germes dans le fromage. L'absence totale de contamination étant difficile, voire impossible à réaliser. Ce sont essentiellement les caractères physico-chimiques du fromage et les conditions d'affinage et de stockage, qui vont orienter le développement microbien. Parmi les micro-organismes indésirables susceptibles de contaminer le lait et les fromages, il faut distinguer deux catégories selon le degré de gravité :

- *Les pathogènes, dangereux pour la santé humaine qui ne doivent pas être présents,*
- *Les germes nuisibles à la qualité organoleptique des fromages.*

2.6. La classification des fromages

La France est certainement le premier producteur de fromages aussi bien par la quantité, environ deux millions de tonnes par an, ainsi que par la diversité, on compte à peu près 400 fromages différents regroupés en 8 familles :

- Fromages frais, sans affinage (ex. : Le Brocciu Corse ou Brocciu, fromage blanc...)
- Fromages à pâte molle croûte fleurie, blancs et souples (ex. : le brie de Meaux, le camembert de Normandie)
- Fromages fondus, vendus sous le nom d'une marque commerciale (ex: la Vache qui rit).
- Fromages à pâte molle croûte lavée, orangés, assez souples (ex. : le Munster, le Pont-L'Évêque)
- Fromages persillés, les bleus (ex. : le roquefort)

- Fromages à pâte pressée non cuite, croûte plus ou moins épaisse, orangée à brune, pâte ferme (ex. : le Cantal, le Laguiole)
- Fromages à pâte pressée cuite, croûte et pâte durs (ex. : le Comté, le Beaufort)
- Fromages de chèvre (ex. : le Rocamadour, Le Chabichou du Poitou).

2.6.1. Les fromages fondus

Si l'histoire des produits laitiers se confond avec celle de l'humanité, celle des fromages fondus est beaucoup plus récente. Les athlètes romains, dont le menu se composait de gruau, de figues et de fromages, ne connaissaient pas ce type de produits ! Car ils ne sont apparus qu'avec le début de notre siècle. Les premiers essais de fonte eurent lieu en Europe, dès 1908 : en pays de montagne, avec des fromages à pâte pressée cuite. En 1911, la société suisse Gerber commercialise, la première, un fromage fondu à base d'emmental. Un procédé inventé par Walter Gerber et Fritz Stetter permet de transformer la pâte finement granuleuse en une émulsion stable. Le but : obtenir des fromages de longue conservation. Avec les dernières années de la Grande Guerre commence l'industrialisation de ce nouveau type de fromages.

En 1917, les frères Graf créent la première usine en Europe, à Dôle (Jura). En 1929, la découverte des polyphosphates, comme sels de fonte émulsifiants, signe l'essor des fromages à tartiner. De nouvelles textures sont possibles. Apparaît alors une nouvelle génération de fromages fondus. Grâce aux portions individuelles, elle anticipe sur un mode de consommation aujourd'hui devenu courant : le grignotage. Prédestinées à la dégustation au grand air, les célèbres portions triangulaires, dans leur habit d'aluminium, partent à la conquête du monde. Elles sont savoureuses, pratiques, voyagent et se conservent remarquablement. Avec les années, les techniques de fabrication n'ont cessé d'évoluer. Les fabricants font preuve d'audace et d'imagination, maîtrisant de mieux en mieux les process. Aujourd'hui, les fromages fondus sont élaborés à partir de différentes sortes de fromages, auxquels on ajoute d'autres ingrédients : lait, crème, beurre, épices, arômes... Pour les conditionnements sont apparus à côté des triangles des formats carrés et cylindriques. Tandis que les fromages à tartiner se mettaient en boîte ou en barquette, de petites bouchées vinrent occuper un terrain jusque là peu fréquenté par les fromages : l'apéritif. Enfin, les fromages fondus se sont taillé une place importante en restauration collective. Lentement mais sûrement, la benjamine des familles de fromages s'impose sur la table.

La fabrication

La principale matière première des fromages fondus est le fromage, auquel on associe souvent d'autres produits laitiers. Les fromages appartiennent généralement aux pâtes pressées, cuites ou non cuites. Tout l'art du maître-fondeur se trouve dans la sélection et le dosage harmonieux des matières premières.

Le processus de fabrication, caractérisé par un haut degré de mécanisation, comporte plusieurs phases : Préparation des fromages, qui sont mécaniquement écroûtés, découpés, râpés et broyés ; Dans de grands mélangeurs, association de plusieurs variétés de fromages, d'autres produits laitiers (crème, beurre, lait liquide ou en poudre, lactosérum, caséine..) et de sels émulsifiants : les sels de fonte. On peut aussi leur adjoindre des épices ou des aromates. Pour obtenir une pluralité de goûts, on associe souvent des fromages jeunes à la saveur fraîche à des fromages affinés qui apportent la saveur finale de leur note spécifique. On peut aussi enrichir la pâte d'une multitude de saveurs : noix, jambon, olives, champignons, poivre, fines herbes, oignon, fruits de mer, viandes... La cuisson et le brassage permettent d'obtenir ensuite une pâte homogène et onctueuse. La pasteurisation simple est destinée aux fromages distribués en climats tempérés, selon un circuit court ; on utilise la stérilisation pour les produits qui devront se conserver plus longtemps.

Le conditionnement s'effectue automatiquement : le fromage est coulé, mis en forme soit dans des moules, soit directement dans son emballage définitif. On le trouve dans le commerce en portions triangulaires, cylindriques, carrées, en fines tranches, en cubes... Le principal secret de l'émulsion à partir de laquelle sont élaborés les fromages fondus tient dans les sels de fonte. Ils favorisent l'homogénéité et la stabilité du mélange de la matière grasse et des protéines pour obtenir un produit onctueux. En découpant la chaîne des protéines, ils en améliorent la digestibilité.

Il existe plusieurs sels de fonte, définis par la réglementation communautaire, qui contribuent à diversifier la gamme des fromages fondus : Parmi les fromages fondus, la cancoillotte mérite une mention particulière. Cette spécialité franc-comtoise traditionnelle est issue du metton, un fromage de lait de vache écrémé, longuement affiné. Les grains de metton, très durs et odorants, sont mélangés et cuits avec de l'eau salée, du beurre frais et du vin blanc. La cancoillotte se déguste tiède, nature ou à l'ail. Elle est conditionnée dans des petits pots en carton ou en plastique

2.6.2. Les fromages frais

Enfant naturel du lait qui, laissé à l'air libre, caille spontanément, le fromage frais est le premier de tous les fromages. Premier historiquement, mais premier aussi techniquement. Car il correspond au stade de fabrication le moins élaboré. Dès le XI^e millénaire, lorsque les hommes inventent l'élevage, ils découvrent le fromage, issu du caillage spontané du lait. Sur les rives du lac de Neuchâtel, on a retrouvé des tessons de poteries percées de trous pour l'égouttage.

Ils datent du VI^e ou Ve millénaire avant J-C. Dans l'Antiquité, les Grecs utilisent les bovins pour le trait et consomment le lait de chèvre ou de brebis. Ils savent brasser le lait avec des branches de figuier pour hâter la coagulation. Ils consomment le fromage frais (tyros) en cuisine. Plus tard, les Romains apprécient le fromage blanc "à la grecque", accompagné de fruits secs et de vin cuit. Au Moyen-Age, il est vendu sous le nom de "jonchée", du nom des paniers de jonc utilisés pour l'égouttage du caillé. Il connaît son heure de gloire au XVIII^e siècle, car il est prisé par les gens distingués. Ceux-ci le dégustent très sucré et parfumé d'eaux-de-senteur. Dans les siècles qui suivent, les progrès se font principalement sur les fromages affinés. En 1850 naît un fromage frais promis à une brillante destinée : le petit-suisse. Issu de la collaboration d'un vacher suisse travaillant à Villers-sur-Audry, en France, pour une certaine Madame Herould, il est "découvert" par Charles Gervais, commis d'un mandataire aux halles de Paris. Il négocie les droits d'exploitation, et 50 ans plus tard, les petits-suissees étaient connus dans toute l'Europe, et même en Afrique du Nord... D'une manière générale, au XIX^e siècle, grâce aux découvertes de Louis Pasteur, et aux avancées technologiques (vapeur, rail, réfrigération) l'industrie fromagère progresse rapidement.

En 1880, première organisation de ramassage du lait. Entre 1900 et 1912, premières fromageries industrielles dans la Meuse et dans l'Est. Notre siècle connaît l'industrialisation à grande échelle de fromages, restés jusque-là confinés dans leurs terroirs ou leurs régions, et dans une production artisanale. Dès les années 60, Allemands, Danois et Suédois mécanisent la fabrication. Vers 1970, trois Français mettent au point le procédé de l'ultrafiltration appliquée à la fromagerie. Il permet de normaliser la matière première, limitant les risques d'erreurs au moment de la "prise" du caillé. Parallèlement, sont mis au point les procédés de fabrication "en continu" qui optimisent le temps de fabrication.

Les techniques modernes n'ont rien changé à l'œuvre de la nature. Elles ont simplement permis de mieux maîtriser les phases de fabrication. La régularité de la qualité du produit n'en est que mieux garantie.

Quelques fromages frais français sont particulièrement connus : la boulette de Cambrai, le crémet nantais, le fontainebleau, originaire d'Ile-de-France, la caillebotte du Poitou, le brocciu corse, la brousse de la Vésubie. Les deux derniers se fabriquent à partir de lait de chèvre ou de brebis. La caillebotte, à partir de lait de vache ou de chèvre. Le brocciu corse bénéficie d'une AOC (appellation d'origine contrôlée). A l'étranger, certaines pâtes fraîches sont universellement consommées : le cottage cheese anglais ou américain, la fêta grecque (brebis, chèvre), la ricotta italienne (brebis, vache ou chèvre), le surati indien au lait de bufflonne.

La fabrication

En fromagerie, la fabrication des fromages frais est la moins compliquée qui soit, même si, selon les variétés, elle se complique pour obtenir des textures et des saveurs élaborées.

Car elle ne comprend que deux étapes :

Le caillage

A partir d'une fermentation exclusivement lactique, il consiste à faire coaguler la caséine du lait sous l'effet de l'acide lactique avec ajout d'un peu de présure dont l'effet coagulant est limité.

L'égouttage

Il permet de séparer le caillé du lactosérum ou petit lait. Il peut se faire spontanément ou être accéléré en centrifugeuse. Les fromages frais sont généralement peu égouttés. A l'exception du demi-sel et du petit-suisse, la teneur en matière sèche des fromages frais peut être limitée de 10 à 15 g pour 100 g, selon que la teneur en matière grasse sera supérieure ou au plus égale à 20%. Puis, selon sa destination, le caillé égoutté est légèrement refroidi, éventuellement additionné de crème ou d'autres ingrédients (sucre, fruits...), salé ou aromatisé.

Les fromages sont alors conditionnés et stockés en chambre froide. Ils peuvent être préparés à partir de lait de vache, chèvre, brebis ou de leur mélange. Le lait peut être totalement ou partiellement écrémé, entier ou enrichi de crème (petit-suisse).

On classe les fromages frais en quatre catégories : les fromages blancs, les fromages aromatisés, les spécialités régionales et, presque transfuges d'une autre famille, les fromages à pâte molle avant affinage.



Photo 1. Fromage Frais

2.6.3. Les pâtes molles à croûtes fleuries

Voici plus de mille ans, les fromages à croûte fleurie ont commencé à se développer. On considère le brie comme la plus ancienne des pâtes molles. Et l'on pense que Charlemagne goûta, au prieuré de Reuil-en-Brie, un ancêtre du brie dont il s'émerveilla...

Au Moyen-âge, à Paris, les fromages les plus appréciés venaient alors de la colline de Chaillot, de Brie, de Champagne, de Touraine, de Picardie et de Bourgogne. Philippe Auguste mit le brie à la mode à la cour. Puis, de la Flandre au Piémont, les grands courants commerciaux créent des réseaux d'échanges d'une région à l'autre. Chaque région a "son" fromage et "ses" spécialités laitières que l'on vend, à la Renaissance, dans les rues des villes, avec le lait produit à proximité. Ainsi, le brie est apporté "en blanc", et affiné sur place, créant une nouvelle profession : celle des affineurs. L'une des plus célèbres pâtes molles à croûte fleurie, le camembert, compte à peine plus de deux siècles. Elle a été inventée sous la Révolution par une fermière normande, Marie Harel. Celle-ci apprit d'un prêtre réfractaire, qu'elle cachait, le secret de fabrication des fromages briards. La recette fut reprise par sa fille qui s'établit à Camembert. A la fin du siècle dernier, lors d'un déplacement dans la région, Napoléon III découvrit avec délices le fromage qu'il baptisa "camembert". Puis, un certain Ridet eut l'idée de la boîte en bois qui allait lui permettre de voyager, de conquérir la France et le monde.

Beaucoup de fromages à pâte molle à croûte fleurie sont des fromages de chèvre. Ils constituent une famille à part entière. Parmi les fromages étrangers les plus appréciés, l'azeitao et le serpa sont deux fromages de brebis fabriqués au Portugal.

La fabrication

Le lait de vache le plus souvent est légèrement chauffé. Il coagule par caillage mixte : adjonction de ferments lactiques et de présure (enzyme de la caillette de veau).

Le caillé est versé à la louche dans un moule, selon le procédé manuel traditionnel, où il s'égouttera pendant quelques heures. Aujourd'hui le moulage est mécanisé avec l'emploi du multi-moule. Démoulé, le fromage est ensuite saupoudré de sel ou plongé dans une saumure, puis sa surface ensemencée de moisissures spécifiques. Les fromages sont entreposés dans un hâloir, local à l'humidité et à la ventilation contrôlée. Selon les variétés, ils y restent entre 4 et 7 jours, afin de stabiliser leur humidité.

Vient enfin l'affinage dont la durée (2 à 6 semaines) dépend de l'épaisseur du fromage, en fait du rapport entre le volume et la masse du fromage. Le duvet de moisissure qui se développe sur la croûte prend le nom de "fleur".



Photo 2. Pate molle croûte fleurie

2.6.4. Pâtes molles à croûtes lavées

L'histoire de la famille des fromages à pâte molle à croûte lavée se confond avec celle de l'Eglise chrétienne. Très tôt au Moyen Age, les moines s'initiaient à la fabrication de fromages pour subvenir à leurs besoins. Le munster vit le jour dans un monastère alsacien. C'était en (855) Son nom alsacien porte le secret de sa naissance : il signifie "église abbatiale"

Un siècle plus tard, vers 960, une autre recette vit le jour. En Picardie, l'évêque de Cambrai incita les moines de Thiérache à prolonger l'affinage de leur fromage. De cette initiative naquit le maroilles. Forts d'une tradition millénaire, on compte en France une vingtaine de fromages à pâte molle et à croûte lavée. La plupart sont originaires des régions du Nord et de l'Est : Flandre, Picardie, Hainaut, Champagne, Artois, Doubs...

Hors de France aussi, on apprécie depuis longtemps ces fromages à fort caractère : le quartirolo lombardo et le taleggio italiens, le vacherin mont-d'or et le vacherin fribourgeois suisses, le herve belge, le weisslacker allemand, le serra-da-estrela portugais, le Limbourg belge ou néerlandais...

La fabrication

En France, le quasi totalité de ces fromages, est obtenue à partir de lait de vache. Leur fabrication est très proche de celle des fromages à pâte molle et à croûte fleurie, à quelques variantes près.

Le lait, soit cru, soit pasteurisé, est chauffé. On lui ajoute de la présure pour obtenir le caillé. Celui-ci est rompu pour faciliter l'égouttage, car nombre de ces fromages sont de taille importante et ne subissent pas d'égouttage mécanique. Le caillé est versé dans des moules perforés, il est égoutté. Puis, on démoule les fromages ; on les sale en saumure ; on les place dans le hâloir, grande salle dont la ventilation, l'hygrométrie et à la température de l'air sont contrôlées. Au bout de dix jours environ, on les transfère dans une cave d'affinage. Intervient alors l'opération majeure d'où ils tirent leurs caractéristiques, notamment la couleur orangée de la croûte : ils sont régulièrement lavés avec de l'eau saumurée. Cela préserve la souplesse de la croûte et favorise le développement des ferments du "rouge". On les brosse aussi pour activer la fermentation. Dans certaines régions et selon les fromages, on utilise du marc, du vin, du cidre ou de la bière pour traiter la croûte des fromages et leur donner un goût particulier.

Selon les fromages, la durée de l'affinage est variable. Elle est fixée par la réglementation, à un minimum de : deux semaines pour le pont-l'évêque, trois semaines pour le livarot, le mont d'or et le munster (mais deux pour le petit munster), cinq semaines pour le maroilles.



Photo 3. Pate molle croute lavée

2.6.5. Les pâtes persillées

Vieux de plusieurs millénaires, le fromage a une histoire aussi longue que celle de l'élevage (IXe millénaire avant JC). Nées de l'ingéniosité des hommes, les pâtes persillées, plus couramment appelées les "bleus", peuvent s'enorgueillir de plus de mille ans d'histoire en Europe. Au 1er siècle, Pline l'Ancien citait déjà les fourmes. Un peu après son sacre (en l'an 800) Charlemagne en voyage, s'arrêta un soir de carême chez un pauvre évêque, l'abbé de Vabres. C'était dans le Rouergue, non loin de Roquefort. Le prélat ne put rien offrir d'autre à l'empereur qu'une galette et un peu de fromage local, taché de vert. L'empereur entreprit aussitôt, avec la pointe de son couteau, d'ôter soigneusement les parties vertes. Mais l'évêque lui fit respectueusement remarquer qu'il se privait là du meilleur du fromage. Suivant ce conseil, le monarque fut convaincu, et ravi de l'excellence du fromage, il en fit son fromage favori et s'en fit régulièrement envoyer des chargements du fromage jusqu'à sa ville de résidence, Aix-la-Chapelle.

En 1411, Charles VI accorda le monopole de l'affinage de leur fromage aux habitants du village aveyronnais de Roquefort-sur-Soulzon. Plus tard, le premier texte mentionnant les autres bleus remonte à 1600. Il s'agit du "Théâtre d'agriculture et ménagier des champs" de l'agronome Olivier de Serres. Il y décrit la fabrication du sassenage. Vers 1850, en ensemençant du caillé avec des miettes de pain de seigle moisi, un paysan de la région de Laqueuille, du nom de Roussel, relança la production des bleus. Au début de la seconde guerre mondiale, pour remplacer le gorgonzola que les Italiens n'exportaient plus, est né le saingorlon. Ce fromage de 6 à 12 kg est à l'origine du bleu de Bresse.

Aujourd'hui, on dénombre en France environ une quinzaine de "bleus" dont six AOC, appellations d'origine contrôlée. Ils proviennent de régions traditionnellement pauvres et montagneuses : Auvergne, Savoie, Jura, Corse. Tous bleus confondus, la France en a produit 38 240 tonnes en 2001, à base de lait de vache. La production la plus importante est celle du bleu d'Auvergne, suivie de la fourme d'Ambert ou de Montbrison. Une production quasiment stable par rapport à 2000. A ces tonnages, il faut ajouter ceux du roquefort (à base de lait de brebis), soit 21 144 tonnes. A l'étranger, les bleus sont également appréciés. Particulièrement le cabrales en Espagne, le danablu au Danemark, l'edelpizkåse en Allemagne, le gammelost en Norvège, le gorgonzola en Italie, le stilton, le bluecheshire, le blue cheddar en Grande-Bretagne. Il existe de nombreuses imitations anglaises et américaines des bleus français.

La fabrication

Le quasi totalité des pâtes persillées d'origine française est fabriqué à partir de lait de vache. A quelques exceptions, dont une prestigieuse : le roquefort, qui requiert du lait de brebis. Tout comme le bleu de Corse. Pour les fromages traditionnels, le lait, pasteurisé ou non, est chauffé. Le caillé est égoutté, émietté ou découpé en cubes, et placé dans les moules. Il n'est ni pressé, ni chauffé. En cours de coagulation, ou, plus souvent de moulage, on incorpore les spores d'un champignon :

Penicillium glaucum pour les bleus, *Penicillium roqueforti* pour le roquefort. Puis les fromages sont salés durant quatre à cinq jours. Ils sont ensuite placés dans le hâloir, un local ventilé dont le degré d'hygrométrie et la température sont contrôlés. Avec de longues aiguilles, on les transperce. Ces trous favoriseront le développement des moisissures et permettront de répartir harmonieusement les marbrures bleues ou vertes dans la pâte. L'affinage est long et minutieux. Il s'effectue dans des caves froides (10°C) et très humides (95% d'humidité), le plus souvent naturelles. L'affinage dure de deux à six mois selon les formes et les formats. Le roquefort mûrit exclusivement dans les caves creusées depuis des siècles dans la montagne du Cambalou. Il lui faut au moins trois mois d'affinage. Le saingorlon et le bleu de Bresse ont une méthode de fabrication légèrement différente : le lait estensemencé et non la pâte. Ceci explique pourquoi leurs marbrures sont moins abondantes et moins marquées. Ces deux fromages appartiennent aux bleus "doux", du type gorgonzola italien.



Photo 4. Pâtes persillé

2.6.6. Les pâtes pressées cuites

Entre 3 000 et 2 000 ans avant notre ère, les nomades indo-européens se répandent dans les Balkans, l'Europe du Nord et l'Asie, apportant leur connaissance du fromage. Ce dernier était issu du caillage spontané du lait. Il faudra attendre quelques millénaires pour que naisse le procédé de fabrication qui a engendré la famille des pâtes pressées cuites. L'art de presser le caillé existe depuis près de deux mille ans. Les Romains le pratiquaient depuis le 1er siècle, en utilisant de grosses pierres. Au XIIIe siècle en France, le cheptel est constitué, les fermiers et bergers élaborent eux-mêmes leurs fromages, souvent selon des formules originales. Naissent alors les premières coopératives de production : les "fruitières".

En France, la première charte écrite connue date de 1278. Elle a été retrouvée à Deservillers, dans le Doubs. Dans ces fruitières des montagnes de l'Est de la France, tout un village ou tous ceux d'une montagne rassemblent leur collecte de lait. Ils produisent les fromages de grand format, les plus grands qui soient, dépassant tous la vingtaine de kilos, allant parfois jusqu'à la centaine. Comté dans le Jura puis dans toute la Franche-Comté, beaufort en Savoie, gruyères dans l'Est montagneux d'une manière générale. Ces fromages de garde conservent ainsi les richesses du lait produit en été dans les pâturages libérés par la fonte des neiges. Au XVIIe et aux XVIIIe siècles, les échanges commerciaux s'intensifient en Europe. En France, on importe des fromages de Hollande, de Suisse, d'Italie et même de Turquie. C'est aussi à cette époque que les fromages français commencent à s'exporter. Fromages de garde, l'aptitude naturelle des fromages à pâte pressée cuite à voyager - contrairement à beaucoup d'autres - leur permet de se faire connaître assez tôt hors de leur région d'origine.

Depuis le début du siècle, la production d'emmental s'est fortement accrue. On observe entre 1991 et 2001, une augmentation de 29,8%. Aujourd'hui, la fabrication industrielle de fromages est dominante. L'emmental a largement quitté sa région natale. En 2000, Il s'est étendu notamment en Bretagne, première région productrice (43,1%) et dans les Pays de Loire (24,5%), Franche Comté (11,0%). Il est non seulement le plus grand des fromages français par la taille (75 kg), mais aussi par la production : 254 946 tonnes ont été fabriquées en 2001. Ce qui représente presque le quart (24%) de la production totale française de fromages affinés ! En 2001, Il devance largement le camembert et ses assimilés (128 741 tonnes) et dépasse, à lui seul, la production totale des pâtes pressées non cuites (227 398 tonnes). Râpé ou non, avec 43 610 tonnes en 2001, il représente 11,2% de la valeur des exportations de fromages affinés.

L'Italie, l'Espagne, le Bénélux et l'Allemagne sont ses principales destinations, mais il est exporté dans 70 pays. L'emmental râpé fait jeu égal avec les meules et les morceaux. Il ne représentait que 17% des exportations des pâtes pressées cuites en 1985. Les autres fromages de la famille des pâtes pressées cuites sont plus modestes en quantité. La production de comté, fromage à appellation d'origine contrôlée, s'est élevée à 49 052 tonnes en 2001. Celle de beaufort, autre AOC, à 4070 tonnes. A l'étranger, les pâtes pressées cuites sont très nombreuses. En Italie, on trouve l'asiago, le fioreardo, le fontina (pâte semi-cuite), le montasio, le parmigianoreggiano ; en Suisse, l'appenzell, le bagne, l'emmental et le gruyère suisses ; en Espagne, le cantabria (pâte semi-cuite) ; en Grèce, le kasseri ; en Bulgarie et Roumanie, le kashkaval ; en Scandinavie, le mysost. Ils sont tous au lait de vache, sauf le kasseri et le kashkaval, au lait de brebis.

La fabrication

Le lait, pasteurisé ou non, est chauffé dans de grandes cuves contenant de mille à vingt mille litres. Il est emprésuré (la présure est une enzyme naturelle de coagulation). Les caséines, principales protéines du lait, s'unissent et mettent en commun une partie de leur ossature, constituée de calcium. Cette coagulation doit s'opérer rapidement. Comme elle se fait sans acidification notable, cela permet de conserver l'essentiel du calcium du lait dans le fromage. Ceci explique la forte teneur en calcium des fromages à pâte pressée cuite : Le calcium du lait est concentré huit fois ! Le caillé est ensuite tranché en petits cubes dont la taille va d'un grain de blé à celle d'un grain de maïs.

C'est le décaillage : l'égouttage qui libère le petit-lait ou lactosérum en est facilité. Puis, on brasse énergiquement les grains de caillé qui se séparent du lactosérum et l'on chauffe l'ensemble pendant une heure à 53-54°C. C'est la "cuisson" (qui donne son nom à cette famille de fromages). Elle déshydrate le caillé qui se contracte. Ce chauffage provoque en effet une synérèse, c'est-à-dire l'exsudation d'une partie du lactosérum contenu dans les grains de caillé.

Ensuite, on rassemble des volumes énormes de grains de caillé dans une toile puis dans un moule. On soumet l'ensemble à une forte pression pendant plusieurs heures (jusqu'à vingt heures). Le pressage va donner sa forme au fromage. Il permet aux ferments lactiques, sélectionnés avec soin, d'agir selon un ordonnancement rigoureux.

On opère ensuite le salage. Soit par immersion dans un bain de saumure, soit par frottage. Il dure en général une journée. Il contribue à la formation de la croûte, à l'apparition du goût et à la bonne conservation. Puis, on transporte les meules - qui pèsent de 40 à 100 kg - dans une caves de maturation. Froide (10-15°C) puis chaude pour l'emmental (23°C), pour une durée moyenne de six à dix semaines. Fraîche pour le comté, pendant un mois, à 12-14°C, puis tempérée, pendant un minimum de trois mois.

Froide pour le beaufort (avec plus de 92% d'humidité), dont l'affinage dur quatre mois à un an. Les ferments propioniques créent des bulles de gaz carbonique. Elles ne peuvent s'échapper des meules dont la croûte devient progressivement imperméable. Elles sont responsables des trous caractéristiques de la pâte, les yeux. Une meule d'emmental peut produire 150 litres de gaz carbonique. La température de la cave explique pourquoi l'emmental a les yeux les plus grands, tandis que la pâte du comté ne possède presque pas d'ouvertures.

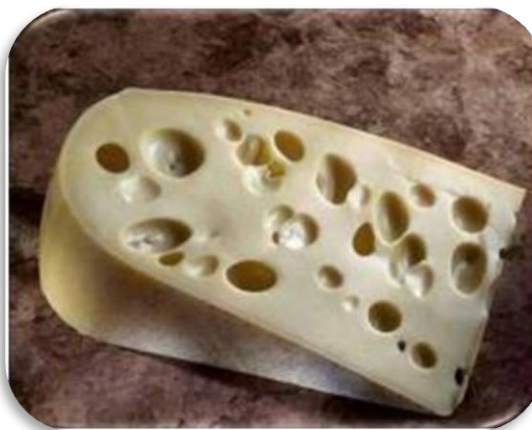


Photo 5. Pâte pressée cuite

2.6.7. Les pâtes pressées non cuites

L'action de presser le caillé, grande caractéristique des fromages à pâte pressée, est connue depuis l'Antiquité. Dès le 1er siècle, les Romains avaient imaginé d'accélérer l'égouttage du caillé par de grosses pierres. Vers l'an 60 après J-C, Pline l'Ancien se référait sans doute à l'aïeul du cantal, lorsqu'il évoquait "*les fromages du pays des Arvernes et du Gévaudan qui sont appréciés à Rome*".

Mille ans passent, au tournant du deuxième millénaire, les abbayes, alors à la tête d'immenses domaines, rentrent dans l'économie de marché naissante. Bénédictins, cisterciens, trappistes deviennent de grands producteurs de vin, céréales, fromages. Ils produisent des pâtes molles à croûte lavée, mais aussi des pâtes pressées non cuites. Les fromages trappistes forment la principale sous-famille de ces pâtes. Ils se vendaient sous le nom de leur abbaye productrice : chambarand, port-du-salut, abondance (dont la pâte est demi-cuite)...Aujourd'hui, on compte une petite trentaine de fromages traditionnels de cette famille. Certains sont sortis de leur région natale, à l'instar du saint-paulin, universellement apprécié.

En France, il est le premier type fromage à pâte pressée non cuite par le tonnage : 27 175 tonnes produites en 2001 (saint-paulin et assimilés). Derrière lui, les tommes, le saint-nectaire et assimilés (32 747 tonnes), puis la raclette (41 224 tonnes). L'edam, le gouda, la mimolette et assimilés représentent 27 811 tonnes, le cantal et les fromages assimilés 18 103 tonnes. L'ensemble de la production de cette famille de fromages s'élève à 227 398 tonnes. A l'étranger, cette famille est très présente et étendue. Notamment avec les goudas, l'edam, spécialités traditionnelles hollandaises, dont les Néerlandais sont les premiers producteurs mondiaux. Aux Pays Bas on fabrique également de la mimolette dont les origines sont françaises. Mais le cheddar, le cheshire, le derby ou le gloucester anglais, le samsoë danois, le tête-de-moine ou le tilsitt suisses, le maredsous, le passendale ou le chimay belges, le manchego, le roncal, l'idiazabal ou la tetilla espagnols, le kefalotyri grec, l'oka québécois sont tout aussi célèbres dans leurs pays respectifs.

La fabrication

Dans cette famille nombreuse, les fromages de caractères très divers naissent pourtant de processus identiques. Le lait, pasteurisé ou non, est chauffé à 34-36°C. Il coagule rapidement à la présure dans une pièce chauffée à 30°C.

Le caillé est tranché, puis brassé jusqu'à ce qu'il prenne la consistance de granulés. On l'enferme alors dans des toiles et on le presse mécaniquement pour en évacuer promptement le petit-lait ou lactosérum. Pour les fromages de type saint-paulin, gouda, edam, mimolette, on lave les grains de caillé dans la cuve. Dans cette opération, dite de dé lactosage, on soutire une partie du lactosérum produit, variable de 10 à 45% selon la catégorie de fromage. Elle est remplacée par de l'eau chauffée à une température supérieure à celle de l'emprésurage du lait. Le dé lactosage limite l'acidification de la pâte pendant l'affinage en cave. En favorisant l'action liante du calcium, il améliore la cohésion de sa texture : souple pour le saint-paulin, ferme pour le gouda, l'edam ou la mimolette. Ensuite, selon les variétés, le caillé est moulé avant et/ou après le pressage. Puis on le sale, en le plongeant quelques heures dans un bain de saumure à 28° de concentration.

On éponge le fromage et, à plusieurs reprises, on le frotte de sel, à sec, en espaçant les opérations. La croûte durcit et la pâte s'imprègne de sel. On place les fromages en cave humide. On les lave et les retourne régulièrement. L'affinage dur longtemps : de deux mois à un an. Cette lente maturation leur confère une saveur subtile. Le laguiole réclame trois à six mois d'affinage, le cantal est délicieux à trois mois, le saint-nectaire à deux mois, le salers a besoin de plus d'un an... Certains fromages sont de grande taille : le cantal pèse de 35 à 45 kg, le laguiole ou le salers de 30 à 40 kg. Ils sont alors moulés en plusieurs fois. Ils sont constitués de tommes successives qui se soudent entre elles et s'homogénéisent sous la pression mécanique.

Certains membres de cette famille ont une croûte paraffinée ou teintée : saint-paulin, fromage des Pyrénées, edam, mimolette... D'autres ont une croûte naturelle : cantal, laguiole, saint-nectaire... Si la plupart des pâtes pressées non cuites sont fabriquées au lait de vache (belval, cantal, chambarrand, gaperon, morbier, murol, saint-paulin, saint-nectaire, salers...), il en existe quelques-unes au lait de brebis : ossau-iraty des Pyrénées, sarteno corse, ce dernier pouvant aussi être fabriqué avec du lait de chèvre.



Photo 6. Pâte pressée non cuite

2.6.8. Les chèvres

Le fromage de chèvre est le plus ancien de tous les fromages. La chèvre était un élément indispensable dans l'alimentation des populations vivant en climat sec. Elle procurait lait et viande, sources importantes de protéines.

Dans l'Antiquité, les principes de base de la fabrication des fromages sont connus. Ulysse et ses compagnons ne découvrent-ils pas, chez un berger-laitier, des claies chargées de fromages ? L'Odyssée rapporte aussi qu'ils voient les seaux à traire le lait des chèvres et des brebis. Les Romains, dont l'art culinaire le prise fort, considèrent le fromage de chèvre plus digeste que celui de vache ou de brebis...

Avec les migrations arabes, le périmètre de fabrication de ces fromages, limité au pourtour de la Méditerranée, se développe vers le Nord. Peu à peu, l'élevage de cet animal peu exigeant s'étend dans toutes les régions sèches et pauvres du pays. Au Moyen-âge, il existe de nombreuses sortes de fromages de chèvre, qui servent de moyen de paiement, de troc. Au XVIIIe siècle, on apprend dans le "Gazetier du comestible", revue spécialisée, que les fromages de Valence et du Mont-Pilatou sont très recherchés. En 1829, la petite chèvre du Sancerrois prend le nom de crottin de Chavignol.

Aujourd'hui, la France possède le dixième du troupeau européen, avec 1,1 million de têtes, dont 940 000 chèvres laitières. Soit beaucoup moins que la Grèce (5,9 millions de têtes), l'Espagne (2,7 millions de têtes) ou l'Italie (1,4 million de têtes). Pourtant, c'est elle le leader européen pour la fabrication de fromages au pur lait de chèvre. Avec 64 000 tonnes en 2001, la fabrication en laiteries est en forte hausse (+5,8% par rapport à 2000). Elle se répartit entre le pur-chèvre (60 624 tonnes) et lemi-chèvre (3 368 tonnes).

Mais, particularité du secteur, la fabrication artisanale et fermière conserve une part importante : environ 20% des fromages de chèvre sont produits par plus de 5 000 ateliers fermiers selon des traditions et un savoir-faire ancestraux. Il en résulte une grande diversité de goûts et de formes pour le plus grand plaisir des consommateurs.

La fabrication

Il existe trois grandes sortes de fromages de chèvre, différenciées selon leur mode de fabrication : Les fromages de chèvre frais : leur texture est souple, tranchable, non collante, et leur goût est neutre. Le caractère frais est renforcé pour le cendré.

Les fromages de chèvre "lactiques" : ces fromages affinés sont de texture cassante, légèrement fondante et leur goût est typé. Les fromages de chèvre "présure" : ces fromages affinés de type camembert ont une texture souple, fondante et onctueuse ; leur goût est peu typé, sauf s'ils sont au lait cru.

On trouve essentiellement, dans la grande famille des chèvres, des pâtes molles à croûte naturelle ou fleurie et des pâtes fraîches. Les pâtes pressées non cuites et les pâtes persillées sont plus rares. Comme les autres fromages, elles peuvent provenir de lait cru, pasteurisé ou thermisé. Malgré ces différences, il existe des étapes communes à la fabrication de tous les fromages de chèvre. On filtre le lait et le chauffe éventuellement (pasteurisation ou thermisation). Pour le caillage du lait, on introduit des ferments lactiques et de la présure, ou on laisse le caillage se faire spontanément. La quantité de présure et la durée du caillage déterminent les caractéristiques du produit fini. On égoutte le caillé obtenu.

On le conditionne, éventuellement avec d'autres ingrédients, s'il s'agit de fromage frais, ou bien, on rompt le caillé pour le moulage. On sale les fromages ; on ensemence éventuellement la surface avec du *Penicillium candidum* ; on les saupoudre parfois de cendres végétales, pour en absorber l'humidité superficielle.

Après le démoulage, on égoutte les fromages et les place en hâloir ou en cave, pendant deux à trois semaines, parfois jusqu'à cinq selon les variétés. L'affinage se poursuit jusqu'à obtention de la consistance voulue : fraîche, tendre, demi-dure, dure, ou cassante. La durée de l'affinage dépend aussi du format du fromage. Un petit picodon de l'Ardèche est sec en deux semaines tandis qu'il faut cinq semaines à une pyramide de Valençay pour atteindre la consistance idéale.

Selon les types de fromages, le moulage, le salage et l'égouttage s'effectuent dans un ordre différent. Cependant, sur tous les types de fromages, l'affinage provoque les mêmes effets. A peine sorti du moule, le fromage frais possède une texture friable qui s'accommode de toutes sortes d'ingrédients. Au bout de huit jours, la saveur et l'arôme caprins apparaissent, gardant un goût de "frais". Après deux semaines, la croûte devient légèrement bleutée. Le fromage, bien égoutté, possède un bouquet typique, selon sa forme et son origine. Une croûte bleuie par les moisissures se forme spontanément sur les fromages fermiers.

Les fromages laitiers se couvrent d'une croûte fleurie, née de l'ensemencement. Au terme de trois ou quatre semaines, la pâte durcit, devient sèche, parfois cassante. Le goût s'accroît fortement, sans devenir piquant. Au-delà de quatre à cinq semaines, le fromage devient "repassé". Son goût s'accroît encore et son piquant saisissant demande des papilles exercées pour être pleinement apprécié. Le lait de chèvre peut constituer une alternative intéressante pour les enfants intolérants au lait de vache. C'est une source de protéines d'excellente qualité, contenant tous les acides aminés essentiels. Sa fraction lipidique, composée à 98% de triglycérides, est caractérisée par sa richesse en acides gras à chaîne moyenne.

Elle présente un intérêt nutritionnel incontestable. Sa composition minérale est proche de celle du lait de vache. Ses teneurs en phosphore et calcium sont un peu plus élevées ; en revanche, il est beaucoup plus riche en potassium et en magnésium.



Photo 7. Chèvre

2.7. Les différents fromages traditionnels en Algérie

En Algérie, comme dans les différents autres pays du monde on retrouve des produits laitiers traditionnels, dont le mode de fabrication découle de l'héritage culturel des populations. Les caractéristiques sensorielles sont variables d'un produit à l'autre et d'une région à l'autre, en fonction du procédé de fabrication et des additifs utilisés. Depuis toujours il est bien connu que le lait est un produit très riche sur le plan alimentaire, mais également très périssable. Dans les pays chauds, tels ceux de l'Algérie, il caille très rapidement sous l'effet de la multiplication des micro-organismes qu'il contient, notamment des bactéries. Ainsi, dans les conditions habituelles, le lait n'est frais que pendant quelques heures. Cela explique qu'il soit peu commercialisé en milieu rural et qu'il fasse l'objet d'une importante auto consommation, le produit commercialisé étant le lait caillé. La quantité du lait et celle du fromage produit traditionnellement laisse à désirer, car, à la différence des techniques modernes, la chaleur et le froid (pasteurisation et réfrigération) ne sont pas systématiquement utilisées dans les techniques traditionnelles.

Lben

La dénomination de ce produit diffère selon les aires culturelles : leben, Lben, labné, c'est un lait fermenté par des ferments lactiques, il est préparé à partir du lait de vache principalement, mais aussi de brebis, de chèvre et autres. On le trouve commercialisé au supermarché, rayon laits - laitages, conditionné en brique haute et plus ou moins allégé en matières grasses. ^[6]

La préparation du Lben débute par la coagulation du lait en Rayeb (pendant 24h à 72h selon la saison), le Rayeb peut être consommé tel qu'il est ou soumis à un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre ou de brebis appelée *Chekoua* ou *Kerba* en égypt. La peau de l'animal non fondue est tannée puis confectionnée sous forme de sac imperméable par nouaison des différentes ouvertures, l'ouverture du cou de l'animal constituera le col ou la bouche de la *Chekoua* (Aissaoui et *al.*, 2006 ; Benkerroum et Tammime, 2004).

L'écrémage est réalisé généralement le matin; la *Chekoua* est remplie à moitié de Rayeb puis tendue par gonflement. Ensuite, la *Chekoua* est bien nouée et secouée vigoureusement durant une demi-heure. Au cours de cette opération les globules de matière grasse s'agglutinent pour former des agrégats (beurre).

Par habitude on juge l'aboutissement de cette technique par le changement du son qui se produit à l'intérieur de la Chekoua. Pour favoriser l'agglomération des particules du beurre, on rajoute habituellement de l'eau fraîche. On agite avec de légères secousses pour regrouper les agrégats de beurre en motte. Le beurre frais est retiré manuellement en une seule motte appelé Zebda, Zebda baladi ou semnah dans d'autres pays. Le lait écrémé restant selon ce procédé est appelée Lben.

2.7.1. Klila

Pendant le stockage et après 2 à 3 jours, le Lben s'altère et son acidité augmente, pour éviter sa perte ; le produit est chauffé jusqu'à la séparation du lactosérum, la phase aqueuse est séparée et le coagulum séparé, est appelé Klila qui est consommé comme un fromage frais, ou utilisé comme un ingrédient dans les préparations culinaire après découpage et séchage, l'égouttage du sérum diminue l'acidité, et le traitement thermique favorise la sécurité microbiologique du produit. (Mazahreh et *al.*, 2008).



Photo 8. Klila à l'état frais après filtration

2.7.2. Bouhezza

Bouhezza est un fromage fermier fermenté, à égouttage spontanée, préparé à l'origine à partir du lait de chèvre et éventuellement de brebis mais actuellement il est préparé à partir du lait de vache, il est très répandu dans l'est algérien plus précisément dans les régions d'Oum Bouaghi, Khenchela, et dans certaines régions de Batna (Mekentichi, 2003).

Le salage l'égouttage et l'affinage sont réalisés simultanément dans une outre perméable traité au tannin pendant 3 à 4 mois, au cours de la période d'affinage du sel et du Lben seront ajouté au contenu de la Chekoua.

Au stade de la consommation le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, le fromage Bouhezza à un gout acidulé fort caractéristique du fromage (Aissaoui et *al.*, 2006).

2.7.3. Jben

Les fleurs de cardon sont typiquement employées en Algérie, pour la production de fromage traditionnel "Djben" habituellement fabriqué avec du lait cru de brebis. Cette plante (*Cynaracardunculus* L.), utilisée dans la coagulation du lait est largement distribuée dans les pays méditerranéens produisant une fleur pendant la saison d'été (Mouzali et *al.*, 2006) ;Ce fromage traditionnel est fabriqué aussi par l'utilisation de fleur de l'artichaut (*cynarascolumus*), du latex du figuier (*ficus carica*), des graines de citrouille et parfois de l'extrait séché de caillette d'agneau ou chevreau, ce fromage est obtenu par la macération complète de fleur mature de plante dans le lait, l'extrait purifié des plantes est connu sous le nom de protéase aspartique, elle est active en milieu acide, possède une activité protéolytique sur les caséines, est relativement stable lors qu'elle est stockée en basses températures (Nouani et *al.*, 2009).

Au Maroc et dans plusieurs régions en Algérie une autre préparation prend le nom du Jben, Connue dans autre pays arabes sous le nom de Jibneh Beida (Abdallah et Abdelrazig, 1997). Du lait de vache ou autre est laissé fermenter spontanément à température ambiante jusqu'à la coagulation (Rayeb), généralement des grandes quantités du lait sont utilisé et la collecte dure de 3 à 4 jours, le coagulum ensuite est transféré dans une mousseline pour l'égouttage pendant 2 à 3 jours jusqu'à atteindre la consistance désirée (Benkerroum et Tammime, 2004).



Photo 9. Jben à l'état semi solide

2.7.4. Autres préparations

2.7.4.1. Ighounane

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du colostrum, la préparation se fait dans un ustensile en terre cuite enduit d'huile d'olive dans lequel sera versée une petite quantité d'eau salée puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé sera découpé et prêt à être consommé (AGROLIGNE, 2001)

2.7.4.2. Takammart

Fromage du Hoggar, sa fabrication se fait par introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait, après quelques heures le caillé est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte, il sera ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte faite de tiges de fenouille qui donne de l'arome, les nattes sont ensuite exposées au soleil durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (AGROLIGNE, 2001).



Photo 10. Takammart après fabrication séché au soleil

2.7.4.3. Aghoughlou

L'Aghoughlou est un fromage algérien de Kabylie semblable au Jben. Il s'agit d'un fromage obtenu à partir du lait frais de vache ou de chèvre avec une pressurisation par la sève de figuier.^[7]



Photo 11. Aghoughlou de lait de vache

2.7.4.4. Imadghass

L'Imadghass est un fromage algérien des Aurès. Il est produit à partir d'une mixture de « Klila » fraîche et de lait frais.

Le produit est consommé comme un dessert.^[8]



Photo 12. Quelques fromages produits par Arezki en Kabylie

Partie II

Etude expérimentale

Introduction

Malgré l'importance du secteur laitier dans la région d'étude, les laiteries industrielles et traditionnelles, sont encore en nombre insuffisant et souffrent de manque d'expertise. La production journalière est inférieure aux besoins pour la plupart de ces entreprises et le niveau d'hygiène et de sécurité alimentaire des produits finaux restent à découvrir.

L'auto consommation du lait et de ses dérivés reste importante au niveau familial et s'articule sur des méthodes de transformation et de conservation traditionnelles pour la majorité. Des études limitées, réalisées sur les dérivés laitiers traditionnels et sur le secteur laitier en général, indiquent que ce secteur a besoin d'appui afin de le développer et d'augmenter sa compétitivité sur le marché. Au moment où l'on s'intéresse à certifier les produits du terroir, l'application des principes de base des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication paraît actuellement indispensable pour la relance et la survie d'un produit à long terme.

La caractérisation des produits laitiers locaux doit être réalisée afin de les décrire, de les analyser et de s'assurer s'ils sont sains et conformes aux normes internationales. Cette étude vise la détermination de la place socio économique d'un produit laitier « klila » fabriqué par des méthodes traditionnelles locales dans différentes régions rurales et urbaines.

1. Matériels Et Méthodes

1.1. Enquête et échantillonnage

Cette enquête a été réalisée sur quatre zones, deux rurales et deux urbaines. La population ciblée se compose d'hommes et de femmes, pour chaque catégorie nous avons retenu trois tranches d'âges, les moins de 35 ans, entre 35 et 60 ans et les plus de 60 ans. Le questionnaire comporte deux sections, la première regroupe des questions relatives à la connaissance du produit, la deuxième section regroupe des questions relatives à sa consommation.

Nous avons collecté les informations sur la fabrication du « Leben » et du fromage « klila » de quatre régions deux urbaines (Hammam n'bails et Sedrata) et deux rurale (Ain sannor et Mjaz safaa), selon la méthode traditionnelle.

Les échantillons collectés ont été pris chez deux familles prises de manière aléatoire.

1.2. Détermination de la matière sèche et du PH

La matière sèche correspond au poids du résidu restant après dessiccation du produit par étuvage à 105 °C. La matière sèche est l'un des principaux paramètres de composition utilisés pour la caractérisation et la classification des fromages.

Cinq grammes de fromage klila sont pesés dans un récipient et après calculé le poids total et ajouté le récipient dans un étuve réglé à température de 105 °C pendant 24 heures. La dessiccation est réalisée dans une étuve à circulation d'air forcée à une température de 100 +/- 2 pendant 24 heures (Marshall, 1993). (Voir Photo 13,14)

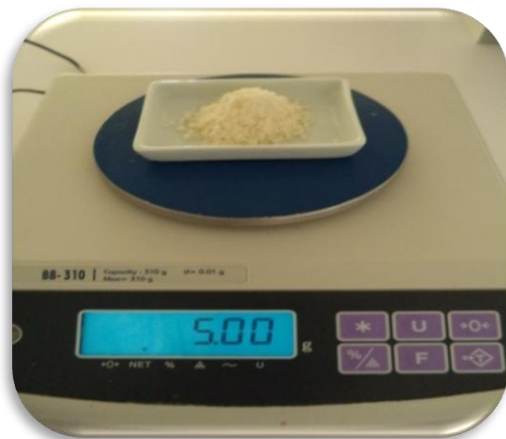


Photo 13. Pesée avant séchage



photo 14. Echantillons de klila après séchage

Des quantités des échantillons de fromage klila sont malaxées pour obtenir une pâte homogène (photo 15). Après l'étalonnage du PH-mètre, l'électrode est placée directement dans la masse fromagère. Pour préparer le dosage de PH de fromage klila, une masse de 10 g de klila sont placés dans un Becher de 100 ml avec 70 ml d'eau distillée sur l'agitateur à 60 °C avec une vitesse moyenne. (Photo 16). Le PH mesuré à l'aide d'un PH-mètre (Photo 17).



Photo 15. Malaxage de klila



photo 16. Agitation de klila



Photo 17. Mesure par le PH- mètre

1.3. Traitement statistique

Les résultats ont été groupés par types de réponses de telle sorte à situer, d'une part, la culture, la connaissance et l'encrage du produit par rapport au sexe et aux tranches d'âge dans la cellule familiale, d'autre part sa consommation et son mode de fabrication.

Les résultats sont traités avec le test du Khi-deux.

2. Résultats et Discussion

2.1.1. Connaissance du produit

Sur les 200 personnes interrogées, dans les deux milieux : rural et urbain, 63% connaissent le produit. Cette proportion montre que ce dérivé laitier est connu et fait parti du patrimoine culturel culinaire. Elle est transmise dans la mémoire familiale en priorité 82.53% (tableau 7) et particulièrement par les grands parents 29.80%.

Cette connaissance est aussi transmise par d'autres personnes de l'entourage 17.46 % en dehors de la cellule familiale.

Si on compare les deux sociétés rurales et urbaines (tableau 8), on note que ce produit traditionnel millénaire est particulièrement connu dans le milieu familial rural, au niveau de la famille 41.26%, cependant on remarquera qu'il est aussi connu dans les deux sociétés chez les grands parents 48.38% et 51.62% et que l'entourage rural joue un rôle important dans la transmission du patrimoine culturel culinaire 81,81% et 18,19%.

Tableau 7. Connaissance du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Votre famille	73	57,93
Grande parents	31	24 ,60
Autres	22	17,46

Tableau 8. Connaissance du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Votre famille	Rurale	52	71.24
	Urbain	21	28.76
Grande parents	Rurale	15	48.38
	Urbain	16	51.62
Autres	Rurale	04	18,19
	Urbain	18	81,81

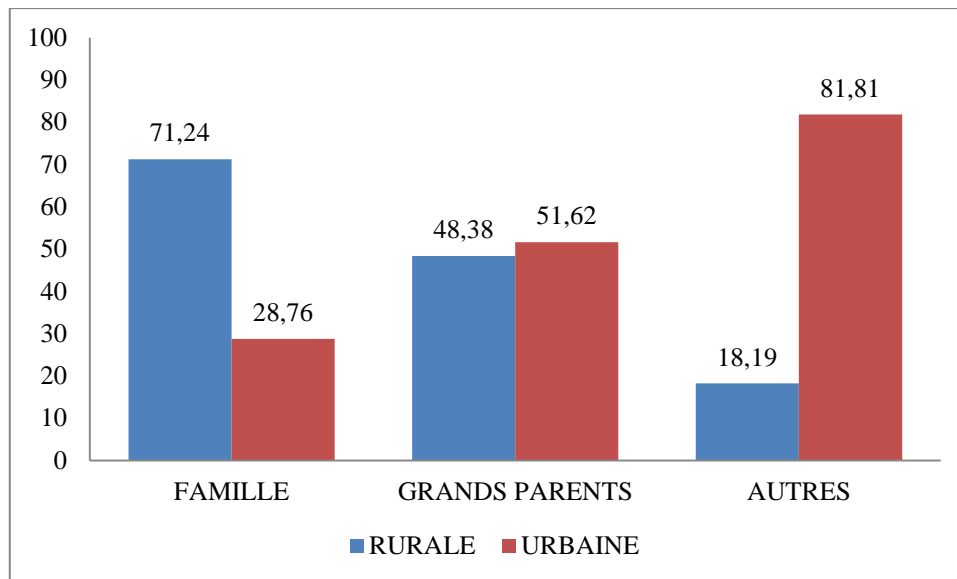


Figure 2. Connaissance du produit

2.1.2. Consommation du produit

Dans l'ensemble 110 personnes l'ont consommé, surtout sous sa forme « fraîche » 60.90%, mais aussi après conservation 39.09% (tableau 9). La fréquence de consommation est relativement remarquable, car 85.45% personnes l'ont consommé plus de 5 fois et parmi eux 42.55% l'ont fait plus de 10 fois.

Tableau 9. Consommation du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Fraîches	67	60,90
Conservées	43	39,09
Moins de 5 fois	16	14,54
Entre 5 et 10 fois	54	49,09
Plus de 10 fois	40	36,36

Entre le milieu rural et urbain (tableau 10) sa consommation est nettement plus fréquente en milieu rural, sans doute en raison de la disponibilité de la matière première de fabrication. Cependant sa fréquence de consommation en milieu urbaine est appréciable.

Tableau 10. Consommation du produit (Zone)

Questions	zone	Le nombre	Proportion (%)
Fraîches	Rurale	46	68,66
	Urbaine	21	31,34
Conservées	Rurale	16	37,20
	Urbaine	27	62,80
Moins de 5 fois	Rurale	06	48,14
	Urbaine	10	51,86
Entre 5 et 10 fois	Rurale	42	77,36
	Urbaine	12	22,64
Plus de 10 fois	Rurale	26	65,00
	Urbaine	14	35,00

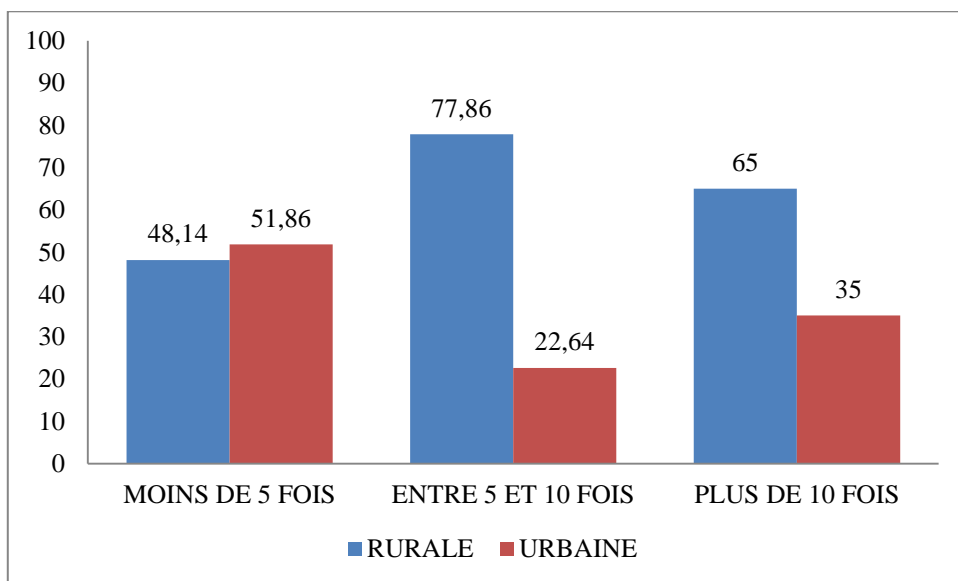
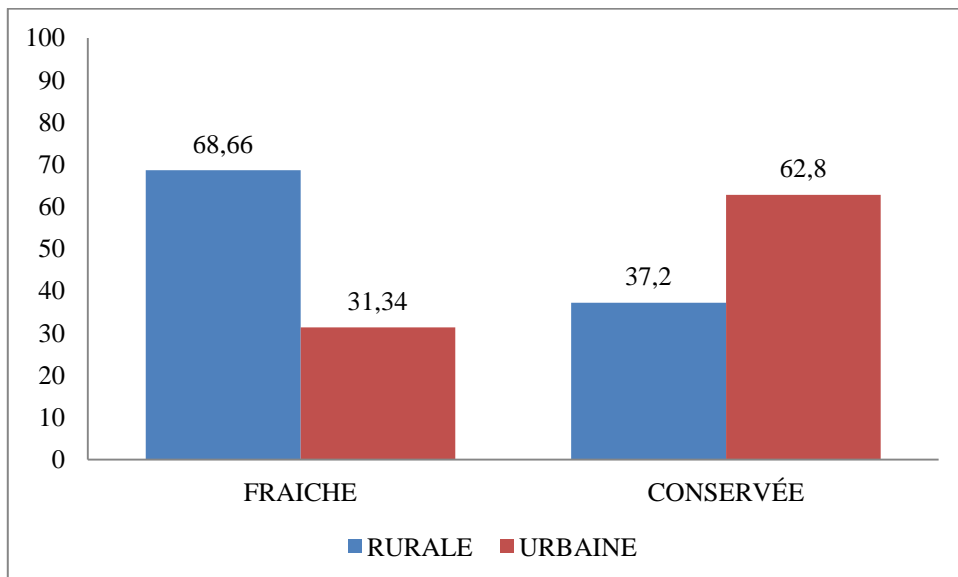


Figure 3 et 4. Fréquence et mode de consommation

2.1.3. Préparation du produit

Dans l'ensemble 92,86% personnes affirment que la préparation ne diffère pas entre famille, parmi eux 52.13% ont répondu que le dérivé « klila » qu'ils ont consommé à été préparé par leurs mères, 25.64% par leurs grandes mères et 22.22% par des personnes de leur entourage (tableau 11).

Tableau 11. Préparation du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Ma mère	61	52,13
Grande mère	30	25,64
Autres	26	22,22

Entre les deux milieux (tableau 12) on observe qu'on milieu urbain ce savoir faire est plutôt détenu par la grande mère 35,85%, alors qu'en milieu rurale c'est la mère 70,31%, autrement dit la transmission du savoir faire dans ce milieu est directe. Ceci est d'autant plus vrai qu'on remarque aussi que l'entourage en milieu urbaine peut servir de mémoire culturelle pour la transmission des habitudes alimentaires traditionnelles.

Tableau 12. Préparation du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Ma mère	Rurale	45	73,78
	Urbaine	16	26,22
Grande mère	Rurale	11	36,66
	Urbaine	19	63,34
Autres	Rurale	08	30,77
	Urbaine	18	69,23

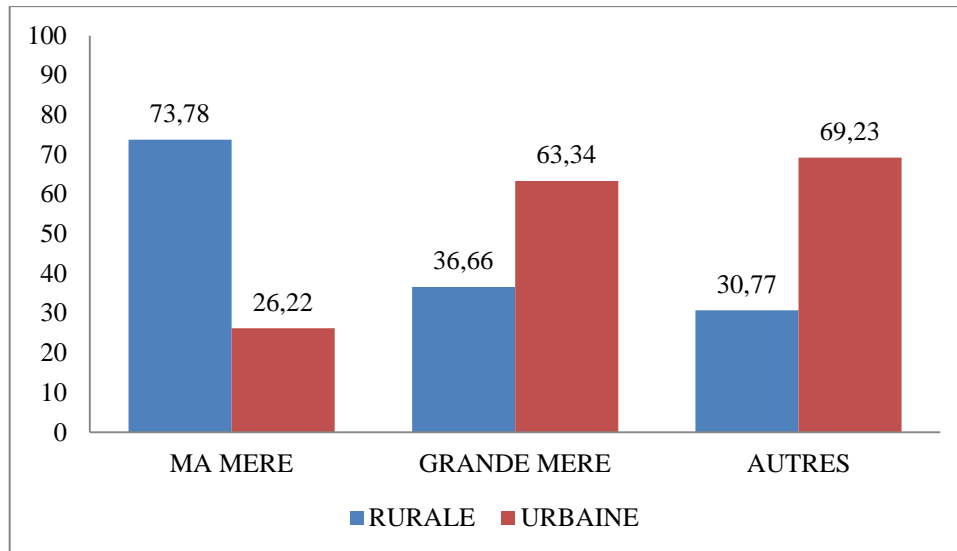


Figure 5. Personnes ayant préparé le produit

2.1.4. Conservation du produit

Les avis sur la nécessité de conservation du produit sont partagés (tableau 13), 47.70% pensent qu’il n’est pas utile de le conserver, vu que quand il est préparé il est aussitôt consommé. D’autre part on peut le préparer à n’importe quel moment, lorsque la matière première lait ou leben est disponible. Pour autant 52,29% personnes pensent qu’en peut le conserver, pour des durées allant de 1 mois 61.40% voir même 1 année 38.59%.

Tableau 13. Conservation du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Non	52	47,70
Mois	35	32,11
Année	22	20,18

Tableau 14. Conservation du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Non	Rurale	38	73,08
	Urbaine	14	26,92
Mois	Rurale	27	77,15
	Urbaine	08	22,85
Année	Rurale	15	68,19
	Urbaine	07	31,81

Les fréquences pour la conservation du produit sont nettement plus importantes dans les réponses en milieu rural (Tableau 14). Ceci est en relation avec l'utilisation de ce produit dans certains plats qui peuvent être préparés en hiver.

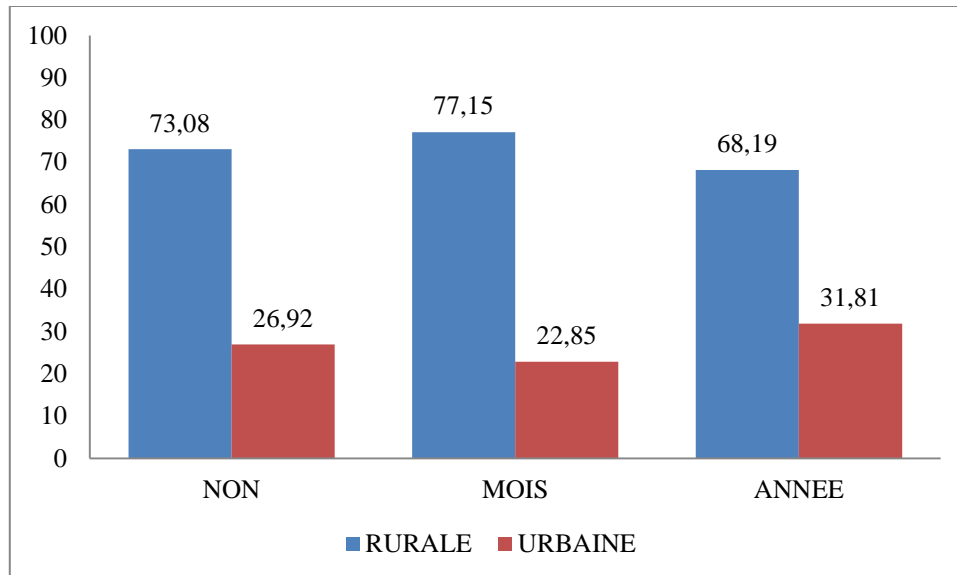


Figure 6. Durée de conservation

2.1.5. Appréciation du produit

Dans l'ensemble 80,95% personnes apprécient « klila ». A la question relative aux raisons pour lesquelles le produit « klila » est apprécié, ils sont partagés entre son gout légèrement acidulé 51.96% et sa texture 47.05% (tableau 15). Quand à leur engouement pour la consommation du produit, les avis sont partagés entre oui 34.09%, non 40,90% et peut être 25%.

Tableau 15. Appréciation du produit(Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Son gout	53	51,96
Sa texture	48	47,05
Ses vertus	01	00,96
Oui	30	34,09
Non	36	40,90
Peut être	22	25,00

Entre les deux milieux urbain et rural, le produit « klila » est nettement mieux apprécié en milieu urbain (tableau 16) ;

Tableau16. Appréciation du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Son gout	Rurale	10	18,86
	Urbain	43	81,14
Sa texture	Rurale	13	27,08
	Urbaine	35	72,92
Ses vertus	Rurale	00	00,00
	Urbaine	01	100
Oui	Rurale	09	30,00
	Urbaine	21	70,00
Non	Rurale	06	16,66
	Urbaine	30	83,34
Peut être	Rurale	01	04,54
	Urbaine	21	95,46

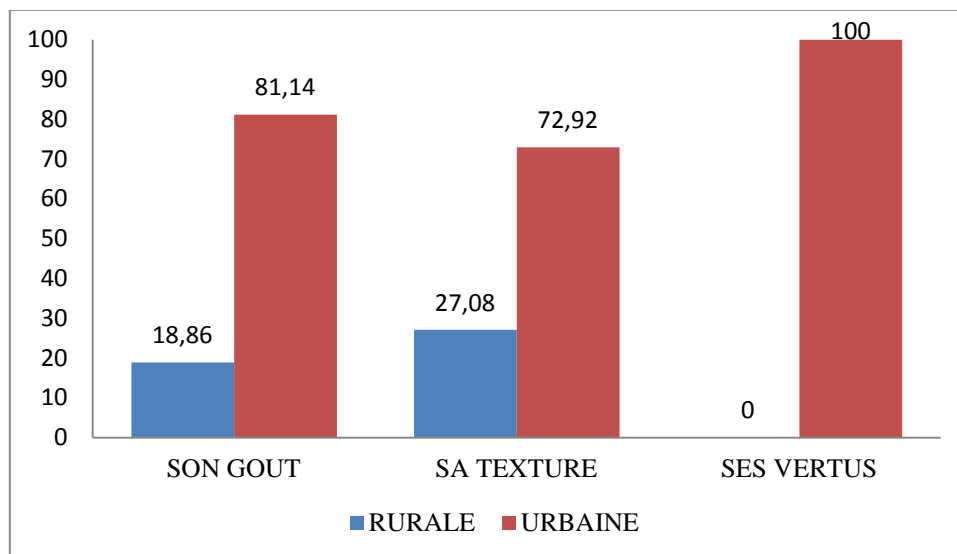


Figure 7. Critères d'appréciation du produit

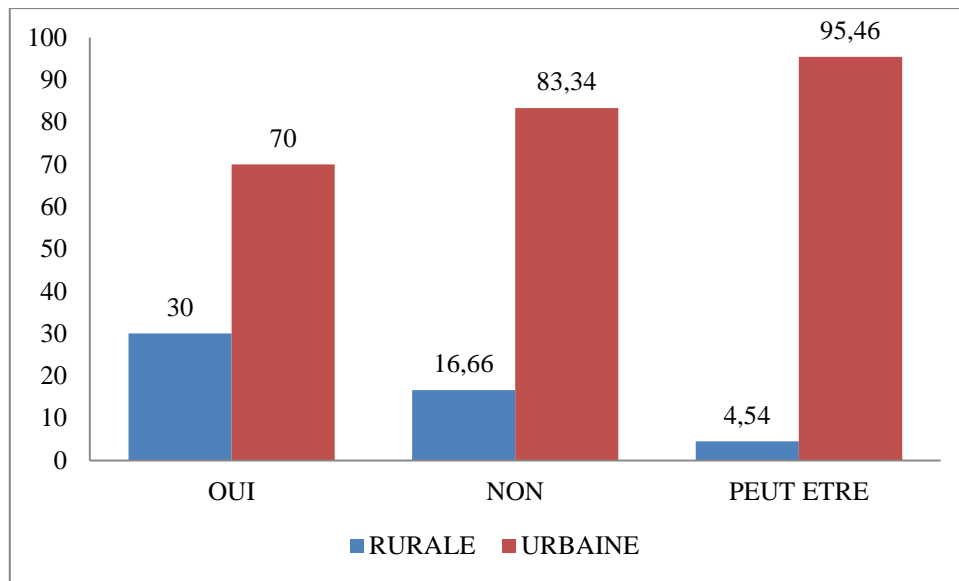


Figure 8. Appréciation du produit

2.1.6. Utilisation du produit

Aux questions relatives à l’usage du produit dans les habitudes alimentaires, son incorporation au plat dénommé « berkoukès » est la réponse la plus fréquente, 49,48%. Cependant son usage comme « fromage » ou comme dessert est remarquable 44,32% (tableau 17).

Tableau 17. Utilisation du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Galette	04	04,12
M’laoui	02	02,06
Berkoukes	48	49,48
Autres	43	44,32
Pour son gout	37	48,05
Pour remplacer	40	51,95

Quand à la finalité de son incorporation au plat, 48.05% l’utilise pour relevé le gout du plat, et affirment qu’il donne un gout de viande, alors que 51.95% renforcent cette réponse on disant que « klila » est utilisé pour remplacer la viande dans ce plat fréquemment préparé surtout en milieu rurale.

Tableau 18. Utilisation du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Galette	Rurale	04	100
	Urbaine	00	00,00
M'laoui	Rurale	01	50,00
	Urbaine	01	50,00
Berkoukes	Rurale	27	20,83
	Urbaine	10	79,17
Autres	Rurale	05	11,62
	Urbaine	28	88,38
Pour gout	Rurale	28	75,68
	Urbaine	09	24,32
Pour remplacer	Rurale	16	46,15
	Urbaine	17	53,85

Entre les deux milieux, « klila » est utilisée comme ingrédient incorporé au plat « berkoukès » en milieu rural et plutôt consommée beaucoup plus sous d'autres formes en milieu urbain (tableau 18).

« Klila » est beaucoup plus appréciée pour son gout en milieu urbain, ce qui explique la tendance de sa consommation importante comme fromage ou dessert.

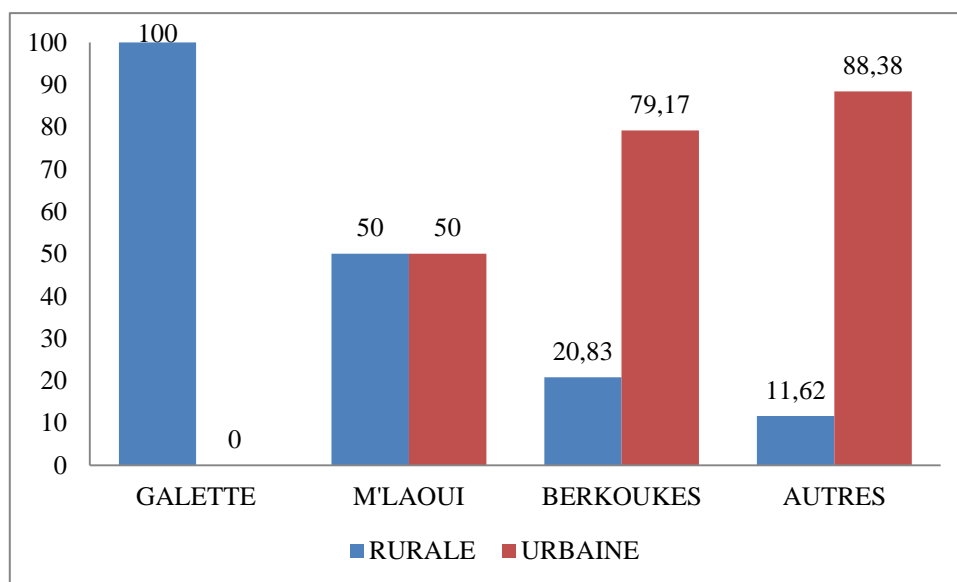


Figure 9. Utilisation du produit

2.1.7. Commercialisation du produit

89,68% personnes affirment que le « klila » ne se trouve pas le produit sur le marché, parmi eux 69.91% sont disposés à acheter le produit s’il était disponible (Tableau19).

Tableau 19. Commercialisation du produit (Sexe)

Questions	Le nombre	Proportion (%)
Indisponibilité	113	89,68
Achat	79	69,91

Tableau 20. Commercialisation du produit (Zone)

Questions	Zone	Le nombre	Proportion (%)
Disponibilité	Rurale	36	31,85
	Urbaine	77	68,15
Achat	Rurale	20	25,31
	Urbaine	59	74,68

La commercialisation du produit suscite plus d’intérêt chez les populations urbaines 52.21% (Tableau 20).

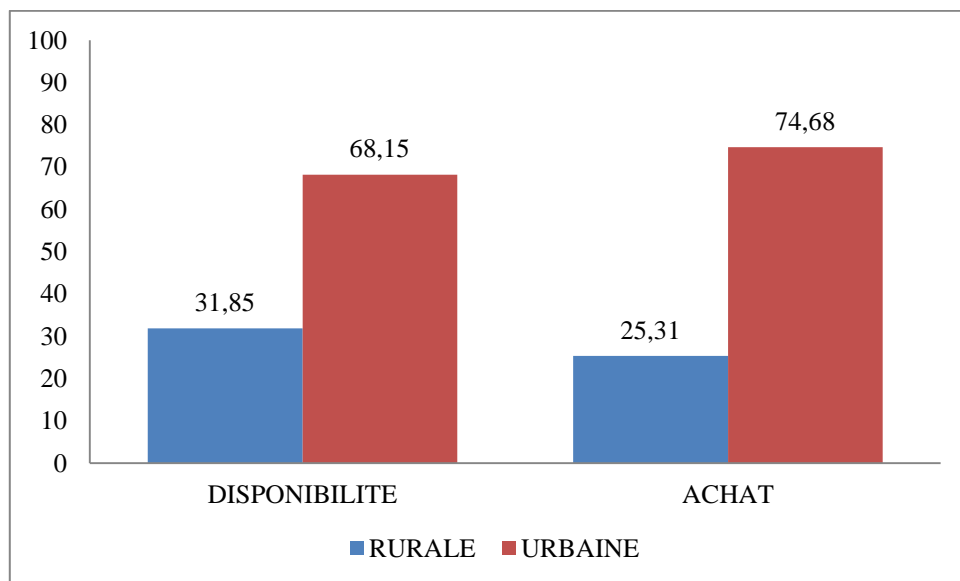


Figure 10. Disponibilité et achat du produit

Fabrication du produit

La préparation traditionnelle des laits fermentés est simple : le lait cru est abandonné à lui-même, à température ambiante, jusqu'à sa coagulation spontanée (Boukeroum, 2004 ; Leksir, 2012 ; Gast, 1991). Celle-ci demande de 24 à 72 heures suivant la température locale en été ou en hiver. Ce lait caillé par fermentation naturelle est nommé Rayeb (ou raib). Il est fabriqué en Algérie généralement à partir du lait cru de vache ou de chèvre.

1. Le Raib

De l'arabe raib qui signifie coagulé. Le raib est un lait coagulé par fermentation spontanée, ou acidification. Le raib est préparé à partir de lait de vache, il est consommé sans égouttage et sans barattage. S'il est baratté il devient un leben. Le raib est un produit qui correspond à une phase de la fabrication du leben. La différence entre le leben et le raib est la composition en matière grasse, le raib est riche en crème fermentée. Alors que le leben est écrémé parce qu'on enlève le beurre.

Le barattage « makhda » traditionnellement, se faisait dans une outre de peau de chèvre ou d'agneau, nommée « Chekoua ». La « Chekoua » remplie de Rayeb était suspendue à un tripode ou à une poutre et vigoureusement agitée d'avant en arrière jusqu'à coalescence des agrégats de particules grasses. Les particules de matière grasse s'agglomèrent alors entre elles pour former des grains de beurre.

Ceux-ci sont extraits de la baratte « Chekoua », lavés et malaxés pour débarrasser le beurre d'un maximum de babeurre possible. Le barattage peut durer d'une trentaine de minutes à deux heures.

2. Le leben

Le leben est le liquide de barattage du lait entier cru coaguler, par fermentation spontanée. Le leben diffère du babeurre obtenu par barattage de la crème et rejeté après la récupération du beurre. Ceci permet de mettre l'accent sur la technologie de production du leben en tant que produit principal et le beurre est un sous produit.

a. Caractéristiques physico-chimiques du leben

La composition chimique globale du leben s'approche de la composition du lait écrémé. En effet les constituants majeurs ne subissent que de légères modifications notamment le lactose et les protéines solubles.

La seule composante qui normalement doit subir des modifications majeures du point de vue concentration étant la matière grasse à cause de l'extraction du beurre après barattage. Le leben est légèrement mouillé par rapport au lait à cause de l'ajout d'eau au cours du barattage.

L'acidité titrable du leben est en moyenne de 80°D, elle reste plus faible que celle du leben iraquien qui est en moyenne de 131°D. La flore du leben iraquien est dominée par les lactobacilles, plus acidifiants que les streptocoques et les *Leuconostoc* qui constituent celle du leben marocain. Le leben égyptien nommé "Khad" qui veut dire baratté est préparé de la même façon que le leben marocain et a une acidité de 100°D pendant la saison chaude et 75°D en hiver.

La teneur moyenne des chlorures est de 1.56g/l, cette valeur est proche de celle du lait, malgré l'addition de l'eau au leben pendant sa préparation. Le taux moyen de matière grasse est de l'ordre de 8.93g/l. Les producteurs récupèrent en effet le maximum de matière grasse pour en faire du beurre traditionnel. Le taux de la matière sèche est de l'ordre de 96.2g/L pour le leben fabriqué au laboratoire. Chez les commerçants ce taux ne dépasse pas 88.6g/l. En effet, ceux-ci exagèrent le mouillage du leben.

b. Les substances d'arôme

Dans le leben l'alcool est la substance volatile la plus importante, sa teneur moyenne est de 179.3 ppm et demeure plus faible que celle du leben iraquien. L'acétaldéhyde a une teneur moyenne voisine de celle du leben iraquien. Cette teneur reste plus faible que celle trouvée dans le yaourt. La bibliographie rapporte que *L. diacetylactis* et *Leu. Cremoris*, deux espèces assez bien représentées dans la microflore lactique du leben, peuvent produire des quantités notables d'acétaldéhyde.

Cependant d'autres auteurs ont rapporté que les lactobacilles sont les producteurs les plus importants de cette molécule, les streptocoques semblent beaucoup moins actifs. Il ne faut pas perdre de vue que les levures prolifèrent à la fin de la fermentation du leben. Elles peuvent donc jouer un rôle important dans la formation de l'éthanol et de l'acétaldéhyde. La concentration du leben en acétone est très faible (1 ppm en moyenne), ce produit est cependant un composant important de l'arôme des produits laitiers.

La production de *diacétyl* et *d'acétoïne* par *Leuconostoc* ne démarre que si le milieu devient acide. La production de ces molécules par les bactéries ne débiterait que vers le stade final de la fermentation lorsque le pH est suffisamment bas.

c. Microflore de fermentation

Le leben est largement consommé dans les pays arabe où il est très connu depuis longtemps. Ce produit est originaire des pays du moyen orient, de l'Asie centrale et de l'Europe de l'est. La fermentation du lait se faisait à températures ambiantes qui dépassent le plus souvent les 40°C dans les pays de l'Asie et du Moyen Orient.

Le lait cru utiliser pour fabriquer le lben contient une flore microbienne abondante et complexe qui comporte des bactéries lactiques mais aussi des micro-organismes indésirables. Des études du lben marocain ont détecté des *Escherichia coli* des *Staphylococcus aureus* et même des *Listeria monocytogenes* (Boukeroum, 2004). Toutefois, lorsque les bactéries lactiques l'emportent sur les autres micro-organismes lors de la fermentation, le produit peut être considéré sans danger.

Les bactéries lactiques prédominantes lors de la fermentation du lben sont *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* biovar. *diacetylactis* et *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremoris* et subsp. *Lactis*. Ces bactéries fermentent les citrates et contribuent à la saveur forte du babeurre caractérisant le lben. Vu leur caractère acidophile et leur faible sensibilité aux bactéries lactiques antagonistes, Les levures et les moisissures se trouvent également en nombre important dans le leben et peuvent jouer un rôle non négligeable dans la production des substances d'arôme. Les principales espèces rencontrées sont :

Saccharomyces cerevisiae, *Saccharomyces lactis*, *Hansenula* et *Rhodotorula*. En ce qui concerne les moisissures, une seule espèce est présente : *Geotrichum candidum*.

Ces espèces jouent un rôle essentiel dans l'acidification et l'aromatisation du leben. Les lactobacilles sont peu nombreux et ne semblent pas jouer un rôle important dans la production du lait fermenté. Leur développement est favorisé lorsque le lait coagule et lorsque le leben atteint une acidité élevée.

Les coliformes sont représentés essentiellement par le genre *Escherichia*. Les entérocoques quant à eux sont représentés par l'espèce *Enterococcus faecalis* (surtout la variété *liquefaciens*). Cette variété non hémolytique joue un rôle important dans la stimulation des bactéries lactiques lors de la fermentation. Des études ont montré que le leben constitue un mauvais milieu de culture pour les bactéries pathogènes essentiellement à cause de son acidité élevée et du nombre de bactéries lactiques antagonistes.

Les salmonelles et les Clostridium particulièrement redoutables en alimentation humaine sont absents, mais les populations de staphylocoques présumés pathogènes n'atteignent jamais un seuil inquiétant.

3. Autres Leben

La comparaison du leben algérien avec d'autres leben des pays arabes dont la technologie est similaire. En fait dans pratiquement tous les pays arabes la production du leben se fait par fermentation spontanée naturelle du lait cru.

Il peut exister une variabilité de la microflore de fermentation à cause des conditions environnementales de fermentation. En effet, la température ambiante à laquelle le lait est souvent abandonné pour fermentation varie d'un pays à l'autre.

Ainsi, le leben Irakien ou Saoudien ressemble plus à un yaourt nature à cause de la température élevée de fermentation qui approche 40°C. Le leben algérien ressemble au leben marocain et libanais. En Egypte le leben « khad » est un produit similaire aussi au leben marocain. Le leben Egyptien est légèrement plus acide que le leben marocain. L'acidité n'est cependant qu'un facteur subjectif pour la comparaison même si les études ont montré une acidité faible du leben marocain. En effet, le leben abandonné à la température ambiante subit une évolution rapide et s'acidifie très vite.

4. Aspect nutritionnel

Le leben est le meilleur produit laitier fermenté, du fait de sa flore autochtone et la composition du lait de la saison. Le leben est un produit saisonnier, et se prépare exclusivement en printemps et le début de l'été. Le leben étant produit ayant subi une fermentation lactique qui par la flore lactique confère au produit un effet probiotique et prébiotique. Le leben permet un équilibre de la flore intestinal, et une ouverture des échanges au niveau du gros intestin.

Le leben est produit qui contient moins de sucres par rapport au lait, et surtout moins de matière grasse encore plus avantageux pour les diabétiques et les hypertendus. Il est connu que les bactéries lactiques désactivent le cholestérol du lait au cours de la fermentation lactique. En effet, la surface des cellules des bactéries lactiques lie le cholestérol et le rend inactif, la flore lactique comprend plusieurs espèces agissantes en même temps, ceci fait que le leben est mieux que les laits fermentés par des levains sélectionnés.

Le yaourt est considéré faussement comme un produit diététique alors qu'il ne l'est pas du fait qu'il est préparé par un levain transgénique. Les laits fermentés fabriqués par des levains sélectionnés ne sont pas vraiment des produits comparables aux produits naturels fermentés par des levains naturels endogènes du lait. Un ferment qui comprend plus de 100 souches de bactéries lactiques est sûrement mieux qu'un produit fermenté par deux souches modifiées.

Le leben est produit à donner aux malades, aux enfants, aux enceintes et aux allaitantes. Le leben convient pour la nutrition des diabétiques et des hypertendus. Le leben est le meilleur produit qui aide à lutter contre l'obésité alimentaire. Les personnes sous régime. Le leben se conserve mal, il aigrit rapidement au bout de deux à trois jours. Pour éviter tout gaspillage, le produit est chauffé fortement pour séparer le petit-lait du caillé (le klila) qui est consommé ensuite comme un fromage frais.

3. Le klila

Le klila est un fromage cuit, qui était connu dans les pays arabes du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord. La préparation Marocaine et Algérienne est la même. Le klila n'est qu'une valorisation du lait pour ne pas jeter les excès de leben. En effet, le leben est un produit visé par la fermentation pour récupérer le beurre, le leben qui échappe à la consommation en cas de surproduction n'est pas jeté mais transformé en klila. Le vieux leben (trop acide) est chauffé doucement sur un feu doux jusqu'à coagulation (photos 18 et 19) puis filtré sur un tissu fin pour extruder le lactosérum (photo 20).

Le caillé obtenu est refroidi (photo 21) et consommé directement ou mélangé avec de la semoule de blé ou d'orge cuite. Avant le chauffage du leben on ajoute une pincée de sel, afin d'aider à masquer l'acidité et aussi pour modifier le goût du leben.

Le klila est un fromage très maigre du fait qu'il est préparé à partir du leben qui est un produit dont on a enlevé le beurre, et le reste du beurre est fondu et rejeté avec le lactosérum parce qu'on filtre à chaud. La texture du produit est granulée, et le klila n'a pas de forme.



photo18. Lben altéré (après stockage 2 à 3 jours)



Photo 19. Chauffage modéré : 15 mn



Photo 20. La phase aqueuse est séparée du coagulum par filtration dans une mousseline



Photo 21 : Produit fini

Selon les résultats de l'enquête de Aissaoui (2004), presque 77 % des fabrications de « klila » débutent au printemps et essentiellement au mois de mars. Durant cette période l'abondance du lait rencontre quelques difficultés de commercialisation.

Sa conservation demande des moyens de réfrigération non disponibles chez les éleveurs, par conséquent l'excès de lait est caillé pour l'extraction du beurre. Le babeurre ou leben est confronté aux mêmes problèmes déjà évoqués pour le lait d'où sa transformation en klila pour prolonger la conservation de cette précieuse source de protéines, à l'état frais ou après séchage.

Tableau 21. PH à 25°C

	Echantillons 01	Echantillons 02
1^{er} essai	PH = 4.98	PH = 5.00
2^{eme} essai	PH = 5.41	PH = 5.06
3^{eme} essai	PH = 5.28	PH = 5.02
4^{eme} essai	PH = 5.01	PH = 4.60
5^{eme} essai	PH = 4.58	PH = 4.82

Le pH moyen des 10 échantillons analysés est de l'ordre de 5 (tableau 19), ces résultats comparés aux moyennes des échantillons fabriqués au laboratoire au Maroc (4.09) pour le Klila contrôlé, sont relativement élevés. Cependant elles se rapprochent des valeurs avancées par Hamama (1989a), Kibibou(1987) et Mahi(1992) (respectivement : 4.20-4.16-4.22).

Les taux de matière sèche moyens mesurée sur les échantillons (77 et 90%) dénotent un écart important ce qui peut s'expliquer par les temps alloués aux différentes étapes de la fabrication, particulièrement le moyen de filtration et l'intensité de l'essorage et séchage. D'ailleurs cela peut aussi expliquer les valeurs et écarts dans les mesures de PH.

Ces grandes variations dans les caractéristiques physico-chimiques restent tributaires des matières premières telles que le lait et le leben d'une part et les conditions matériels usités dans le procédé de fabrication de klila.

Si on se réfère aux normes françaises concernant la dénomination de fromage frais, il est bien entendu que dans ce cas on utilise le lait caillé. L'usage du leben est particulier dans le cas de klila. Si on doit prendre comme référence les mêmes paramètres pour le leben, les caractéristiques concernant l'extrait sec, la teneur en matière grasse et l'origine du lait, doivent figurer sur l'étiquetage. Le minimum de matière sèche est fixé à 23%, sauf pour certains fromages frais. Dans ce cas, les mentions "plus de 82% d'eau" ou "plus de 85% d'eau" sont obligatoires.

Le pourcentage de matière grasse est toujours calculé par rapport à l'extrait sec, mais l'étiquetage peut comporter en outre l'indication de la teneur minimale en matière grasse pour 100 g de produit fini. On peut adjoindre un qualificatif au mot fromage : un "triple crème" contient au moins 75% de MG ; un "double crème" contient de 60 à moins de 75% de MG ; un "fromage gras", de 50 à moins de 60% de MG ; un "fromage allégé" (et sans addition de sucre) de 20 à moins de 30% de MG ; un "fromage maigre", moins de 20% de MG. Tous les fromages frais ont une DLC de 24 jours après la fabrication.

Conclusion

Conclusions

Cette première approche visant l'apport d'informations relatives à la consommation d'un produit du terroir « klila » nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Klila est un dérivé laitier traditionnel connu et consommé aussi bien en milieu rural qu'urbain.
- Sa méthode de préparation ancestrale ne diffère pas et se fait surtout à partir du leben.
- Elle est consommée sous les deux formes fraîche et conservé.
- La mémoire culture reste la cellule familiale, elle est beaucoup plus présente chez les personnes du 3ème âge.

Ce produit suscite de l'intérêt et mérite d'être étudié et reproduit en laboratoire afin de cerner sa technique de fabrication avec les meilleures caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques. Ses vertus nutritionnelles particulièrement dans ces apports protéiques et diététiques sont à déterminer.

Référence

Bibliographique

Références bibliographiques

- ABDALLA O.M., AND ABDELRAZIG A.K., 1997. Effect of type of milk on the quality of white soft cheese. U.K. J. Agric. Sci., 5: 147-157.
- ABI AZAR R., 2007. Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. 196p. thèse doctorat. Agroparistech.
- AGIOUX L., 2003. Conception et validation d'un outil d'aide à l'estimation de l'état sensoriel des fromages en cours d'affinage. 192p. thèse doctorat. Institut National Agronomique de Paris Grignon.
- AGROLIGNE., 2001. Revue N°14 – Avril – Mai
- AISSAOUI O., ZITOUN M., ZIDOUNE N., 2006. Le fromage traditionnel algérien "bouhezza". Séminaire d'Animation Régional . Technologies douces et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments '. INSAT – Tunis, Tunisie 27 – 28 – 29 November.
- ALAIS C. (1975). Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
- ALAIS C. (1984). Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition, édition Publicité France.
- ALAIS C., LINDEN G. ET MICLO L. (2008). Biochimie alimentaire, Dunod 6ème édition. Paris. Pp : 86-88
- AMIOT J., FOURNIER S., LEBEUF Y., PAQUIN P ET SIMPSON R., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait In science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. presse internationale polytechnique. 1-60 pp
- BENCHARIF A 2001. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : Padilla M, Ben Saïd T, Hassainya J, Le Grusse P (éditeurs). Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée : état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche. Montpellier: CIHEAM-IAMM. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches: 32: 25-
- BENKERROUM N., TAMMIME A. Y., 2004. Technology transfer of some traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale. Food Microbiolgy. (21) 399-413.
- BENYOUCEF M T 2005. Diagnostic systématique de la filière lait en Algérie. Organisation et traitement de l'information pour analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. INA. Alger, 2 tomes: 396p.

- BLANC B. (1982). Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. International dairy journal, 62. Pp : 350-395
- CAYOT P. ET LORIENT D. (1998). Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
- CODEX ALIMENTARIUS. (1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. Pp : 1-4.
- DEBRY G. (2001). Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R. ET SERRAND M. (1999). Maitrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec ET Doc, Paris.
- DHARAM P AND NARENDER R. P., 2007. Indian traditional dairy products: an overview. International Conference on Traditional Dairy Foods. November 14-17. NDRI, KARNAL (INDIA)
- DILLON J. C., 1997. Le fromage dans l'alimentation 3 eme édition. Technique et documentation Lavoisier – paris.
- DSA (Direction des Services Agricoles) 2008 Statistiques agricoles de la wilaya de Guelma. 40p.
- DSA (Direction des Services Agricoles) 2010 Statistiques agricoles d'Algérie.
- DSA (Direction des Services Agricoles) 2010 Statistiques agricoles de la wilaya de Souk Ahras. Algérie.
- FAO/OMS, 2000. Codex Alimentarius : Lait et produit laitiers, 2e édition- Rome : FAO ; OMS- 136p.
- GELAIS ST-D. TIRRARD-COLLER P., BELANGER G., DRAPEAU R., COUTURE R., 2002. Le fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. presse internationale polytechnique. 349-413pp
- GORDON B. ET LOISEL W. (1991). Dosage des protéines. Dans : Multon J.L., Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agronomiques. Vol 4, 2ème édition, Tec& Doc, Lavoisier, Paris.
- GOUDEDRANCHE H., CAMIER-CAUDRON B., GASSI J-Y., SCHUCK P., 1999. Procédés de transformation fromagère (partie 1) F 6305, Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, vol. F1
- GOURSAUD J., (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.

- GOY D., HÄNI JP. , WECHSLER D. ET JAKOB E. (2005). Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère N°27f.
- HAMAMA A ,1996 « hygiène du lait à la production. Rabat :proceeding de la journée sur la qualité du lait organisée par la direction de l'élevage ,institut Agronomique et vétérinaire Hassan 2 et l'association nationale des éleveurs de bovins. »p 9-12
- HERBERT S. A., RIAUBLANC B., BOUCHET D., GALLANT J., AND DUFOUR E., 1999. Fluorescence spectroscopy investigation of acid or rennet-induced coagulation of milk. *J Dairy Sci* 82:2056 – 2062.
- ISRA/UPV-LNERV/FEVRIER 1999
- KATZ H., WEAVER W.W., 2003. Encyclopedia of food and culture. V o l u m e 1: Acceptance to food politics. 718p. Charles Scribner's sons. New York
- KIRAT, 2007. Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.13p.
- LAHSAOUI S. Les produits laitiers traditionnels en Algérie [étude bibliographique] (chapitre 02). Université de batna, dept. Agronomie- mémoire d'ingénieur (2008-2009).
- LUQUET F. M. (1985). Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris
- MAHAUT M., JEANTET R., ET BRULE G., 2000. Initiation à la technologie fromagère, Tec&Doc, ed.
- MARCEL MAZYOYER ,2007.Larousse agricole Edition Larousse paris France p115-116-374-375-405
- MATHIEU J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- MAZAHREH A S, AL-SHAWABKEH F AND. QUASEM J M., 2008. Evaluation of the chemical and sensory attributes of solar and freeze-dried jameed produced from cowand sheep milk with the addition of carrageenan mix to the jameed paste.*American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3 (3): 627-632.
- MEKENTICHI Z., 2003.Qualité physicochimique et bactériologique d'un fromage traditionnel (Bouhezza).mémoire d'ingénieur. Dept Agronomie. Université de Batna.
- MINISTERE DU COMMERCE 2007. Commerce extérieur des produits agricoles 2007, Algérie.

- MORRISSAY PA. (1995). Lactose : chemical and physicochemical properties. dans : Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF). Elsevier, London.
- MOUZALI L., AZIZA M., BENSIAMEUR-TOUATI K., BENATEYA H., 2006. A cardoon (*cynara cardunculus*.) Used as vegetable rennet in an algerian traditional cheese making "djben" ISHS Acta Horticulturae 660: V International Congress on Artichoke (abstract).
- NOUANI A., DAKO E., MORSLI A., BELHAMICHE N., BELBRAOUE S., BELLAL M ET DADIE A., 2009. Characterization of the purified coagulant extract from artichoke flower (*cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheese in Algeria. *Journal of food technology* 7(1); 20-29
- PADILLA M, FREM M, GODART E, HADDAD S ET TANRIVERDI D 2004 Contribution du secteur informel à l'approvisionnement en produits laitiers des villes méditerranéennes : le cas de la Tunisie, du Maroc, du Liban et de la Turquie. *Cahiers Agricultures*, janvier-février 2004, 13 (1): 79-84
- POUGHEON S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.
- RENNER E., 1993. Nutritional aspect of cheese. In *Cheese chemistry Physics and microbiology*. 2nd edition (Ed P. F.FOX). Chapman & hall. London. pp 557-580
- RIAH M H., 2006. Modélisation des phénomènes microbiologiques, biochimiques et physico-chimiques intervenant lors de l'affinage d'un fromage de type pâte molle croûte lavée. 200p. Thèse doctorat. Institut national agronomique paris-grignon.
- ROUDAUT H. ET LEFRANCQ E. (2005). Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.
- SCOTT R., RICHARD K.R., WILBEY A., 1998. *Cheesemaking practice*. 3rd edition. Springer, 449P
- SILAIT SALON INTERNATIONAL DU LAIT (2008). Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 mai 2008 Alger.
- TSUCHITA H., SUZUKI T, AND KUWATA T., 2001. The effect of casein phosphopeptides on calcium absorption from calcium-fortified milk in growing rats. *British Journal of Nutrition*, 85, 5-10
- WALTHER B., SCHMID A, SIEBER R., WEHRMULLER K., 2008. Cheese in nutrition and health - a review. *Dairy Sci. Technol.* 88. 389 – 405.
- ZAOUAL H 2006 Développement, organisations et territoire : une approche Sud-Nord. *Innovations* 2006/2, 24: 9-40.

Site Web :

- [1] <http://www.algerie360.com/algerie/hausse-de-la-production-de-lait-cru-collecte-en-2011/> consulté le 18/02/2014 à 14:23
- [2] <http://www.djazairess.com/fr/liberte/214785> consulté le 18/02/2014 à 15:03
- [3] <http://www.saisons-vives.com/frontoffice/index.asp?id=473.htm> consulté le 02/04/2014 à 09:54
- [4] [unique Règlement \(CE\) no 1234/2007 du Conseil du 22 octobre 2007 portant organisation commune des marchés dans le secteur agricole et dispositions spécifiques en ce qui concerne certains produits de ce secteur \(règlement « OCM unique »\)](#). Consulté le 11/04/2014 à 12:33
- [5] [JORF n° 101 du 29 avril 2007, p. 7628 - texte n° 14 ECOC0750331D Décret n° 2007-628 du 27 avril 2007 relatif aux fromages et spécialités fromagères](#)
- [6] <http://www.cfaitmaison.com/laitage/elben.htm> Consulté le 22/04/2014 à 16:44
- [7] <http://androuet.com/Aghoughlou-1434.html> Consulté le 26/04/2014 à 11:20
- [8] <http://androuet.com/Imadhghass-1438.html> Consulté le 26/04/2014 à 13:02