



N° d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE D'EL-OUED
FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biochimie

Spécialité : Biochimie

THEME

**Contribution à l'étude physicochimique du
fromage traditionnel au lait de chèvre fabriqué
dans la région d'Oued Souf.**

Promoteur:

Mr. ZAATER Abdelmalek MA (B)

Présenté par : BEN AMOR Nour El Houda.

BEN MOUSSA Hadjer.

MAAMRI Safia.

Année universitaire 2012/2013

Introduction générale

La chèvre, c'est une machine à lait travaillant avec une source d'énergie relativement bon marché et capable tout à la fois d'un extraordinaire rendement si elle largement alimentée comme une très grande souplesse d'adaptation. (QUITET ; 1975)

L'intérêt nutritionnel du lait réside dans sa richesse de base (protides, lipides et glucides) mais aussi en calcium, en vitamines et en oligo-éléments. C'est l'un des rares aliments qui convient pour les différentes tranches d'âge ou il peut être consommé tel quel à l'état frais ou sous forme de produit transformé, notamment en fromage et yaourt. De plus, les différents ingrédients constitutifs du lait (protéines, peptides, lactose, matières grasses...) sont utilisés à bon escient par l'industrie agro-alimentaire depuis ces dernières décennies pour fabriquer des produits ayant des fonctionnalités nouvelles et répondant au mieux aux exigences du consommateur. (MOUALEK ; 2010).

Les aliments traditionnels font partie du patrimoine de chaque peuple et nous rencontrons et vivons des recettes. Entourées d'un savoir-faire ancestral transmis de génération en génération. Parmi ces aliments, les fromages traditionnels. Dont il existe plus de 1000 variétés produites à l'échelle mondiale. (SAOUDI ; 2012).

En Algérie, les fromages traditionnels sont peu nombreux, non entièrement recensés et aussi peu étudiés ; environ dix type de fromage sont connus dans les différentes régions du pays. Parmi ces fromages, on rencontre le fromage frais de chèvre dans la région d'El Oued. Malheureusement ce type de fromage est en voie de disparition, à cause de la maîtrise des étapes de fabrication et le changement des habitudes alimentaires. Nous ignorons le devenir de ces produits, mais il convient de faire tout ce qu'est possible pour les connaître, maintenir leur existence et encourager leur fabrication. Ces fromages représentent un bien culturel avant d'être une ressource économique, qui doit être caractérisé et protégée. (SAOUDI ; 2012).

Le fromage de chèvre connu depuis longtemps dans la région d'Oued-Souf au sud Algérien, une région qui regroupe trente (30) communes. Il est fabriqué à partir du lait de chèvre. Son procédé de fabrication particulier est caractérisé par l'utilisation d'un présure d'origine animale (chevreau) qui appelé *Douth* ou *Menfaha* comme séparateur du lactosérum. La fabrication de ce fromage était principalement destinée à l'autoconsommation.

Le fromage frais de chèvre traditionnel fabriqué dans la région reste toujours dépourvu d'une étude scientifique pour connaître leurs caractéristiques physicochimiques et aussi microbiologiques.

Notre étude s'inscrit dans une contribution de la caractérisation physicochimique de ce type de fromage.

Nous abordons les aspects suivants :

La première partie repose sur la caractérisation physicochimique de cinq (5), échantillons du fromage traditionnel de chèvre, au niveau du laboratoire de recherche de l'université d'El Oued.

La deuxième partie consiste aussi à la caractérisation physicochimique de cinq (5), échantillons du fromage traditionnel de chèvre, mais au niveau du laboratoire de contrôle de qualité « TRUST LAB » à Birkhadem Alger.

De ce fait nous proposons la structure de ce document comme suit :

Une première partie qui est consacrée pour une étude bibliographique présentant la chèvre, le lait et le fromage.

Une deuxième partie pratique qui décrit la méthodologie, les échantillons, les techniques expérimentales utilisées et en fin les résultats de travail et leur discussion suivie d'une conclusion générale.

Remerciements

Au terme de ce travail, fruit de nos années de labeur, nous tenons à remercier sincèrement Dieu, de nous avoir octroyé les moyens et les personnes qui nous aident dans son élaboration

Nous tenons à remercier chaleureusement, notre promoteur monsieur ZAATER Abdelmalek qui a bien voulu nous encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Nous lui exprimons mes vifs remerciements et notre sincère gratitude,

Nous tenons à remercier aussi : monsieur DEROUICHE Samir, Madame hadef et les personnel de laboratoire de chimie faculté science et technologie Mr THLEBA Ali et RBEI.

Nous remercions ZAATER Amara , BEGGASSE Md Sadek , BEN MOUSSA Mohamed et BEN AMOR Anoir Abd El Ghani.

Nous remercions également tous les enseignants qui siègent à ce Jury, pour la critique qu'ils feront de notre travail.

Nous Remercions nos Enseignants et tout le personnel de département biochimie cellulaire et moléculaire et département biologie pour leurs contributions à notre formation de licence en biochimie

Enfin, nous voudrions souligner les contributions efficaces de tous nos Proches et Amis qui, à des titres divers, nous ont aidés et soutenus moralement, tout au long de la préparation de ce mémoire. Ce soutien moral est d'autant plus important que la rédaction d'un mémoire. nous les remercie encore une fois.

Et nous remercions spécialement tous les grands mere et les gents de Om el-zebeud (Magrane).

Merci

SOMMAIRE

Introduction général
Liste de figures
Liste des tableaux
Les abréviations

PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : La chèvre.	
I.1. Historique	03
I.2. Répartition géographique à El Oued	03
I.2.1. Importance du cheptel caprin.....	03
I.2.2. Répartition géographique.....	03
I.3. Classification et description morphologique.....	06
I.3.1. Classification.....	06
I.3.2. Description morphologique.....	06
I.4. Les différentes races connues	07
I.4.1. définition d'une race	07
I.4.2. Les races algériennes.....	07
I.4.3. Les races importées.....	09
I.5. L'alimentation des chèvres (adultes).....	10
I.6. Système de reproduction	11
Chapitre II : Le lait de la chèvre	
II.1. Définition.....	12
II.2. Généralité sur le lait.....	12
II.3. Composition du lait.....	12
II.4. Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait.....	13
II.5. Caractéristiques du lait de chèvre.....	14
II.5.1. Caractéristiques organoleptiques.....	14
II.5.2. Caractéristiques physico- chimique.....	14
II.5.2.1. Le PH	14
II.5.2.2. L'acidité	15
II.5.2.3. La densité.....	15
II.5.2.4. la viscosité	15
II.5.2.5. L'eau.....	15
II.5.2.6. les sels organiques et minéraux oligo-élément.....	15
II.5.2.7. Les biocatalyseurs : vitamines et les enzymes.....	16
II.5.2.7.A. les enzymes.....	16
II.5.2.7.B. les vitamines.....	17
II.5.2.8. glucide /lactose	18

II.5.2.9.matière secs	18
II.5.2.10. matière grasse.....	18
II.6. Protéines du lait (Protéines solubles <10nm et composés azotés).....	19
II.6.1.Caséine.....	20
II.6.1.A. Aspect de la micelle.....	20
II.6.1.B. Propriétés des caséines.....	21
II.6.2. Les protéines du lactosérum.....	21
Chapitre III : le fromage	
III.1. Historique.....	23
III.2. Définition.....	23
III.3. Classification	23
III.4.Fiche d'identité.....	24
III.5. La coagulation.....	24
III.5.1. Coagulation par voie enzymatique.....	25
III.5.1.1.les enzymes coagulantes d'origine animale.....	25
III.5.1.1.1.l'origine.....	25
III.5.1.1.2. préparation	26
III.5.1.1.3.propriétés.....	27
III.5.2. Les enzymes coagulantes d'origine végétale.....	27
III.5.3. Les enzymes coagulantes d'origine microbienne.....	28
III.6. Les étapes de fabrication.....	28
III.6.1. L'emprésurage.....	28
III.6.2. Le caillage.....	28
III.6.3.L'égouttage.....	28
III.6.4.Le moulage.....	29
III.6.5.Le salage	29
III.6.6.L'affinage.....	29
III.7.Les grandes familles du fromage.....	30
III.7.1. Le fromage frais.....	30
III.7.2. Les fromages à pâtes molles à croûte fleurie.....	31
III.7.3. Le fromage de chèvre.....	31
III.7.4. Le fromage à pâte persillée.....	31
II.7.5. Le fromage à pâte pressée non cuite.....	31

III.7.5. Le fromage à pâte pressée cuite.....	32
III.7.7. Le fromage à pâte molle à croûte lavée	32
III.7.8. Le fromage fondu.....	32
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
Chapitre I : Matériels et méthodes	
I.1. Matériel.....	33
I.1.1. Matériels biologiques.....	33
I.1.1.A. Les chèvres.....	33
I.1.1.B. La présure.....	34
I.1.1.C. Le lait.....	35
I.1.2. Matériels de laboratoire.....	35
I.2. Méthodes.....	37
I.2.1. Méthode de prélèvement (la traite).....	37
I.2.2. Fabrication du fromage traditionnelle.....	38
I.2.2. A. Emprésurage	38
I.2.2. B. L'égouttage.....	40
I.2.2. C. Le moulage	41
I.2.3. Origine et période de fabrication des échantillons.....	42
I.2.4. Les méthodes d'analyse les caractères physico-chimiques	42
I.2.4.1. Le PH.....	43
I.2.4.2. La conductivité	43
I.2.4.3. La matière sèche.....	44
I.2.4.4. Les protéines.....	44
Chapiter II : Résultats et discussions	
II.1. Les résultats	45
II.1.1. Les rendements.....	45
II.1.2. L'étude physico-chimique	45
II.1.2.1. PH.....	46
II.1.2.2. Conductivité.....	46
II.1.2.3. Matière sèche.....	46
II.1.2.4. Taux de protéine.....	46
II.1.2.5. Densité.....	46
II.2. Discussion des résultats.....	47

II.2.1. PH.....	47
II.2.2. Conductivité.....	47
II.2.3. Matière sèche.....	48
II.2.4. Taux de protéine.....	48
II.2.5. Densité.....	49
II.2.6. Matière grasse.....	50
II.2.7. Humidité.....	50
II.2.8. Chlorures.....	51
II.2.9. Calcium.....	51
II.2.10. Glucide.....	51
II.3. Les Problème rencontré au cours de fabrication du fromage et les solutions	52
Conclusion générale.....	54
Références bibliographiques.....	55
Annexes.....	59
Résumé et mots-clés	

LISTE DE FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Position des communes dans la wilaya d'El Oued.	04
Figure 2	Chèvre arabe.	08

Figure 3	Chèvre Kabyle.	08
Figure 4	Chèvre Alpine.	09
Figure 5	Chèvre Saanen.	10
Figure 6	Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait.	14
Figure 7	Modèle de micelle de caséine avec sous-unités.	21
Figure 8	L'égouttage.	30
Figure 9	Le moulage.	30
Figure 10	Le salage.	30
Figure 11	L'affinage.	30
Figure 12	Le fromage frais.	31
Figure 13	Le fromage à pâtes molles à croûte fleurie.	31
Figure 14	Le fromage à pâte persillée.	32
Figure 15	Le fromage à pâte pressée non cuite.	32
Figure 16	Le fromage à pâte pressée cuite.	32
Figure 17	Le fromage à pâte molle à croûte lavée.	32
Figure 18	Chèvre traite (<i>arabia</i>).	33
Figure 19	Présure (<i>douth</i>).	34
Figure 20	Préparation de présure dans le coton.	34
Figure 21	Schémas de l'estomac.	35
Figure 22	Boîtes en plastique, pour fabrication de fromage.	37
Figure 23	Moule.	37
Figure 24	Plaque d'égouttage.	37
Figure 25	Opération de traite.	38
Figure 26	Mamelle bien rempli.	38
Figure 27	Envelopper la présure par le coton.	39
Figure 28	Présure + coton.	39
Figure 29	Emerger la présure dans le lait.	39
Figure 30	Formation des cailles.	39
Figure 31	Séparations de caille au lactosérum.	40
Figure 32	Ramassage des cailles.	40
Figure 33	Egouttage de cinq échantillons.	40
Figure 34	Moulage d'échantillon.	41
Figure 35	Extraction du fromage.	41

Figure 36	Fromage obtenu, prendre la forme ronde.	41
-----------	---	----

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Nombre total des races caprines dans la région d'El Oued.	05
Tableau 2	Classification de la chèvre domestique.	06
Tableau 3	Composition moyenne des divers types de laits utilisés en fromagerie dans le bassin méditerranéen.	13

Tableau 4	Caractéristiques physico-chimiques du laits de diverses espèces animales.	13
Tableau 5	Teneurs en minéraux et en oligo-éléments des laits de diverses espèces animales (mg/litre).	16
Tableau 6	Teneurs en vitamines du laits de diverses espèces animales (mg/litre).	17
Tableau 7	Comparaisons des teneurs en caséines dans les laits de vache et de chèvre.	20
Tableau 8	Composition moyenne du lactosérum.	22
Tableau 9	Origine et date de prélèvement des échantillons du lait de chèvre analysés.	35
Tableau 10	Origine et période de fabrication des échantillons.	42
Tableau 11	La quantité du lait, présure.	42
Tableau 12	Les poids du fromage avec la quantité de présure et le lait.	45
Tableau 13	Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus.	45
Tableau 14	Les résultats des analyses physico-chimiques de laboratoire prévie.	46
Tableau 15	Les valeurs moyennes du calcium des différents types du fromages.	51
Tableau 16	Problème rencontré au cours de fabrication du fromages et les solutions.	52

LES ABREVIATIONS

AP: azote de protéine.

ANP: azote non protéique.

AT: azote total.

°C: degré.

Ca+: Calcium.

Cm: centimètre.

D: densité.

DSA : Direction de services agricoles.

Ech: Echantillon.

E.p: *Endothia parasitica*.

ES: extrait sec.

EST: extrait sec total.

G: matière grasse.

FAO: Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FLL: fromage à base de lait local.

FLM: fromage à base de lait mixte.

g/l: gramme/litre.

h: heure.

kcal/litre : kilocalorie/litre.

Kg : kilogramme.

L: litre.

min: minute.

mg/l: milligramme/litre.

M.m: *Mucor miehei*.

M.p: *Mucor pusillus*.

mS/cm : millissimence/centimètre.

M.S/U.F : matière sèche par unité de fourragère.

n°: numéro.

NaCl: Chlorure de sodium.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH: potentiel Hydrogène.

PM: poids moléculaire.

PP: protéase peptone.

TP: taux protéique.

µg: microgramme.

%: pour cent.

PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : la chèvre

I.1. Historique

Les chèvres semblent avoir été d'abord domestiquées il y a plus de 10 000 ans. Les chèvres domestiques étaient généralement gardées dans des troupeaux qui se déplaçaient sur les collines par des jeunes ou des adolescents. Sa domestication a été progressive à partir du bouquetin (*Capra ibex*) ou plus probablement de la chèvre sauvage (*Capra aegagrus*). Dans les régions pauvres, elle joue un rôle important, puisqu'elle constitue l'une des principales sources d'apports de protéines.

Historiquement, la peau de chèvre était utilisée pour le transport de l'eau et du vin. Elle servait aussi à produire le parchemin. Elle est exploitée pour son lait, sa viande, sa peau et ses poils (cachemire, mohair). Beaucoup de religions ou de légendes (scandinaves, grecques, romaines) lui ménagent une place d'honneur. (WWW.UNIVERSALIS.FR).

I.2. Répartition géographique à El Oued

I.2.1. Importance du cheptel caprin

Il n'est pas indifférent à l'éleveur (surtout si sa production est importante), ou mieux encore à celui qui prépare à constituer un élevage, de savoir quelle est l'importance des effectifs caprins (en El Oued et à le reste de territoire), de connaître le sens de leurs variations et de situer territorialement la répartition de ce troupeau. La connaissance de ces données peut permettre d'éclairer certaines options, d'orienter la prospection des débouchés de la chèvrerie ou la recherche des reproducteurs, d'étayer des décisions ou de choix économiques. (QUITTET ; 1975).

I.2.2. Répartition géographique

La carte et le tableau suivant montre la répartition des chaptels caprine dans la wilaya.

- 1- EL-OUDE
- 2- KOUININE
- 3- GUEMAR
- 4- TAGHZOUT
- 5- OUERMAS
- 6- RUGUIBA
- 7- HAMAIA
- 8- BAYADA
- 9- ROBBAH
- 10- OGLA
- 11- NAKHLA
- 12- MIH OUENSA
- 13- OUED ALAND.
- 14- TALEB LARBI
- 15- DOUAR EL-M/
- 16- BEN GHECHA
- 17- DEBILA
- 18- HASSANI A.K
- 19- MAGRENE
- 20- SIDI AOUN
- 21- HASSI KHALI
- 22- TRIFAOU
- 23- EL-MEGHAIE
- 24- STILL
- 25- SIDI KHALIL
- 26- OUM TIOUR
- 27- DJAMAA
- 28- SIDI AMRANE
- 29- TENDLA
- 30- M'RARA



Figure 1 : Position des communes dans la wilaya d'El Oued.

Source : DSA El Oued ; 2012.

Tableau 1 : Nombre total des races caprines dans la région d'El Oued.

SECTEURS	ESPECE CAPRINE				TOTAL
	Chèvres	Boucs	Chèvres <6 Mois	Chèvres <6 Mois	
EL-OUDE	8319	347	1958	2584	13208
ROBBAH	7913	330	1865	2470	12578
OUED ALANDA	5213	220	1242	1702	8377
BAYADA	7203	300	1701	2268	11472
NAKHLA	6906	290	1632	2182	11009
GUEMAR	20189	841	4695	5948	31673
KOUIINE	4423	184	1060	1481	7148
RUGUIBA	15415	642	3594	4594	24245
HAMAIA	1679	70	427	706	2882
TAGHZOUT	2871	120	702	1040	4733
DEBILA	12026	501	2813	3634	18974
HASSANI A.K	20250	844	4709	5964	31767
HASSI KHALIFA	18972	830	4414	5563	29779
TALEB LARBI	15154	631	3534	4520	23839
DOUAR EL- MAA	18456	769	4295	5455	28975
SIDI AOUN	5374	225	1279	1750	8628
TRIFAOU	5938	247	1409	1911	9505
MAGRENE	31171	1300	7227	9056	48754
BEN GHECHA	23549	981	5470	6898	36898
OUERMAS	3879	162	934	1326	6301
STILL	1050	44	282	525	1901
M'RARA	4796	200	1146	1588	7730
SIDI KHALIL	4274	178	1025	1438	6915
TENDLA	5667	236	1346	1833	9082
OGLA	2728	114	669	1001	4512
MIH OUENSA	6336	264	1501	2026	10127
EL- MEGHAIER	5265	219	1254	1718	8456
DJAMAA	14545	606	3393	4347	22891
OUM TIOUR	3035	126	739	1088	4988
SIDI AMRANE	23497	979	5458	6884	36818
TOTAL WILAYA	306092	12800	71773	93500	484165

Source : DSA El Oued ; 2012.

I.3. Classification et description morphologique

I.3.1. Classification

La chèvre appartenant à la famille des bovidés, sous-famille des caprinés ou caprins.

Pour les détails de classification. (Voir tableau 2).

Tableau 2 : Classification de la chèvre domestique.

Classification	
Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Sous-embr	Vertebrata
Classe	Mamalia
Sous-classe	Theria
Ordre	Artiodactyla
Famille	Bovidae
Sous-famille	Caprinae
Genre	Capra
Non binominal	
<i>Capra hircus</i>	

Source : LINNAEUS ; 1758.

I.3.2. Description morphologique

Les Caprins sont des animaux domestiques adaptés aux conditions rudes et à la sécheresse où bovins et ovins ne peuvent survivre. (MOUALEK ; 2010).

La chèvre est un mammifère herbivore et ruminant, les tailles et les couleurs de robe se varient selon les races.

La chèvre n'a que 2 trayons ou mamelles contrairement à sa voisine la vache qui en possède 4. Comme son cousin le chamois, la chèvre aime grimper et escalader les tas de cailloux, les rochers et même les arbres. Elle s'apprivoise très bien et adore les câlins. La chèvre est surtout utilisée pour son lait. Elle peut donner de 600 à 700 litres de lait par an (selon la race, l'alimentation et le climat). (QUITTET ; 1975).

La chèvre est aussi utilisée pour sa viande et sa peau.

Comme tous les membres de sa famille, chacune de ses pattes se termine par 2 doigts. Chaque doigt comporte un sabot (onglon) qu'il faut tailler une à deux fois par an.

Les chèvres sont soit cornues ou mottes (c'est à dire sans cornes). (AGRESTE ; 2008).

Caprin: c'est un animal domestique adapté aux conditions rudes et à la sécheresse où bovins et ovins ne peuvent survivre. (MOUALEK ; 2010).

La famille de caprin se compose d'un mâle qui se nomme le Bouc et il a une assez mauvaise réputation car il a tendance à sentir très mauvais. Cette odeur est sécrétée par des glandes situées entre ses cornes et elle permet au bouc de « séduire » les chèvres car l'odeur est très imposante pendant la période de reproduction.

Une femelle : elle se nomme la Chèvre.

Les jeunes : ils se nomment les chevreaux ou les « cabris ». (AGRESTE ; 2008).

I.4. Les différentes races connues

I.4.1. définition d'une race

La race, quelle que soit l'espèce, est une population d'animaux mâles et femelles possédant ensemble un certain nombre de caractères que l'on retrouve chez les produits lorsqu'on accouple un mâle et une femelle de la population. (QUITTET ; 1975).

I.4.2. Les races algériennes

L'espèce *Capra hircus* se présente en Algérie sous la forme d'une mosaïque de populations très variées appartenant toutes à des populations traditionnelles. (QUITTET ; 1975).

Les populations existantes en Algérie sont de type traditionnel, le rameau Nord Africain aux poils noirs, gros et résistant se rapproche du type Kurde et Nubio-syrien, mais il existe dans certaines régions, des mélanges avec les races méditerranéennes, comme la Maltaise, la Damasquine, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment avec l'Alpine et la Saanen, qui ont fait l'objet aussi de tentatives d'élevage en race pure, spécialisée en production laitière dans la région de Kabylie ; toutefois, il n'existe que peu d'informations sur le renouvellement des troupeaux à moyen et long terme. En effet le cheptel caprin algérien est peu connu, sa conformation et ses aptitudes ne sont pas encore définies. Il est représenté par la chèvre Arabe, la plus dominante en terme d'effectif et qui comprend deux types, la chèvre Kabyle et la chèvre M'zab. (FELIACHI ; 2003).

I.4.2.1. La chèvre Arabe

C'est la population la plus répandue. Elle se rattache à la race Nubienne. Elle domine sur les hauts plateaux et les régions septentrionales du Sahara où elle est conduite avec des troupeaux de moutons qu'elle guide. Sa taille atteint 70 cm. Sa tête est dépourvue de cornes. Sa robe est polychrome et présente fréquemment du blanc associé à du roux, du noir et du gris. Cette race est très sensible à la trypanosomiase et ne peut être élevée que dans les zones

qui ne sont pas infectées. Ce sont des animaux très rustiques qui peuvent rester deux jours sans boire. (FELIACHI ; 2003).

I.4.2.1.1. Race Arabia

Race domestique localisée dans la région de Laghouat. Elle se subdivise en deux sous-types l'un sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant le type sédentaire a les poils plus longs 14 à 21 cm contre 10 à 17 cm pour le type transhumant. (FELIACHI ; 2003).

I.4.2.1.2. Race Makatia

Cette race est localisée dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir. C'est une race de grande taille et de couleur variée. (FELIACHI ; 2003).



Figure 2 : Chèvre arabe.

Source : FELIACHI ; 2003.

I.4.2.2. Race Kabyle

La chèvre de Kabylie est petite taille. Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Son poil est long du couleur généralement brun foncé, parfois noir ; la tête de profil courbé, est surmontée de cornes. L'effectif total est d'environ 427.000 têtes avec 307.000 femelles reproductrices et 23.500 mâles utilisés pour la reproduction. (FELIACHI ; 2003).



I.4.2.3. Race M'zabit

Chèvre principalement laitière, appelée également *Touggourt*, cette chèvre est originaire de M'tlili dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara. L'effectif total est de 607500 têtes avec 395000 femelles reproductrices et 30400 mâles reproducteurs. Cette race représente 22.5% du total des chèvres dans le pays. L'animal est de taille moyenne (65 cm), son corps allongé, droit et rectiligne. Sa tête est fine et cornée, alors que sa robe présente trois couleurs : le chamois dominant, le blanc et le noir.

Cette race réalise deux mises bas en moyenne par an et des taux de prolificité et de fécondité respectifs de 200 et 250%. Race laitière par excellence, elle présente indéniablement d'immenses intérêts zootechniques et économiques. (FELIACHI ; 2003).

I.4.3. Les races importées

I.4.3.1. La race Alpine

L'Alpine est une grande laitière de taille et de forme moyens, chèvre à poil ras, d'entretien facile, toutes les couleurs de robe : noir, blanc,... existent dans cette race. Parmi les plus courantes citons : la couleur chamoisée avec pattes et raie dorsale noires. La tête noire, cornue ou non, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche. Son profil est concave. La mamelle est volumineuse, bien attachée en avant comme en arrière, se rétractent bien après la traite, avec peau fine est souple. (QUITTET ; 1975).

Originaire des Alpes, la chèvre Alpine est la race la plus répandue en France avec un effectif représentant plus de 55 % des caprins. (AGRESTE ; 2008).



Figure 4 : Chèvre Alpine.

Source : (AGRESTE ; 2008).

I.4.3.2. La race Saanen

La Saanen est un animale de fort développement, profond, épais, possédant une bonne osseuse. La robe et le poil sont uniformément blancs. Le poil est court. La tête, avec ou sans corne, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche. Le profil est à peu près droit. La mamelle est globuleuse, très large à sa partie supérieure qui lui donne un développement plus fort en largeur qu'en profondeur. (QUITTET ; 1975).

La Saanen représente environ 40 % des effectifs de caprins en France. (AGRESTE ; 2008).



Figure 5 : Chèvre Saanen.

Source : www.petit-elevage.over-blog.com.

I.5. L'alimentation des chèvres (adultes)

La chèvre est un herbivore ruminant, elle consomme avant tout de l'herbe fraîche ou séchée (le foin), un mélange de graminées, de légumineuses. Lorsque la quantité de pâturage diminue, pour maintenir le bon entretien et la lactation de l'animal, l'éleveur complète ou même remplace la ration d'herbe par du foin (herbe récoltée à la bonne saison, séchée et stockée pour l'hiver) ou encore par des végétaux cultivés à l'intention des animaux comme le maïs, la betterave ou le chou. La ration peut-être complétée par des mélanges de concentrés ou de céréales comme l'orge, le maïs, le triticale, l'avoine, le blé. (AGRESTE ; 2008).

En résumé, on distingue assez couramment :

Les aliments grossiers

Herbe, fourrages, ensilage, foin, paille, racines et tubercules ; relativement encombrants ils apportent beaucoup de matière sèche par unité de fourragère (rapport M.S/U.F. élevé, pouvant atteindre et dépasser 6). (QUITTET ; 1975).

Les aliments concentrés

Nous trouvons dans cette catégorie : les grains, les tourteaux et surtout beaucoup de mélange alimentaire. Apportant sous un faible poids une quantité importante d'énergie. (Leur rapport M.S/U.F. peut descendre à 0.75 et même moins). (QUITTET ; 1975).

L'eau : la chèvre consomme en moyenne 4 fois plus d'eau que de matière sèche. Elle a donc besoin de beaucoup d'eau, surtout en saison sèche. Il est très important de toujours laisser à la disposition des animaux (surtout des chèvres productrices de lait), et l'eau propre dans un seau. (ANONYME ; 2006).

I.6. Système de reproduction

La chèvre est un animal saisonnier c'est-à-dire qu'elle est apte à se reproduire qu'à une période donnée contrairement à la vache ou la lapine qui peuvent être aptes à se reproduire toute l'année. Cela s'explique par le fait que l'ovulation des chèvres se déclenche lorsque la durée des jours diminuent, en automne en particulier.

Deux modes de reproduction sont possibles :

- ✓ La saillie naturelle avec le bouc.
- ✓ L'insémination artificielle avec de la semence congelée de boucs améliorateurs qui permet de faire progresser le niveau génétique.

Le temps de gestation est de 5 mois et se déroule de Janvier à Avril. La chèvre met bas de 1 à 3 chevreaux qui sont durant la première semaine nourris avec le lait de leur mère : le Colostrum C'est un lait non fromageable épais, très riche en anticorps essentiel aux chevreaux. Par la suite, les chevreaux sont nourris avec du lait en poudre et le lait de leur mère est utilisé pour la fabrication de fromages.

Les chevreaux sont ensuite vendus à 15 jours à des marchands de chevreaux qui les achètent pour les engraisser. Ces chevreaux sont destinés à la boucherie pour le traditionnel chevreau de Pâques : ce sont généralement les mâles et les femelles qui ne sont pas gardés par l'éleveur pour le renouvellement du troupeau. (AGRESTE ; 2008).

Chapitre II : Le lait de la chèvre

II.1. Définition

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β carotène de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité. (BOUBEZARI ; 2010).

II.2. Généralité sur le lait

Le lait de chèvre constitue une source importante de protéines d'excellente qualité, contenant tous les acides aminés essentiels en proportion satisfaisante pour une bonne utilisation par l'organisme.

Sa fraction lipidique, composée de 98 % de triglycérides, constitue une source importante d'acides gras. Il se digère mieux que celui de vache, car il possède des globules gras plus petits. Il est plus acide et sa maturation est donc plus rapide. En raison de l'absence de carotène et de son homogénéisation naturelle, il produit des fromages plus blancs et plus tendres que ceux à base de lait de vache, même si leur teneur en matière grasse est proche.

Le lait de chèvre est aussi une très bonne source de minéraux et d'oligo-éléments indispensables à l'organisme ; sa composition minérale est proche de celle du lait de vache.

Au niveau vitaminique, si le lait de chèvre se caractérise par de faibles teneurs en acide folique et en vitamine E qui peuvent être facilement corrigées par une supplémentation adéquate, il constitue en revanche une excellente source de vitamines du groupe B, et notamment de vitamines B3. Le lait de chèvre peut présenter un intérêt particulier pour l'alimentation des enfants intolérants aux protéines du lait de vache. (AGRESTE ; 2008).

II.3. Composition du lait

La composition nutritionnelle du lait de chèvre est influencée par différents facteurs : saison, stade de lactation, race, génétique, alimentation du troupeau, facteurs environnementaux...

À la traite, le lait de chèvre, contient en moyenne 87 % d'eau, 4 % de glucides, 4 % de lipides, 3 à 4 % de protéines, environ 0,5 % de minéraux (dont 120 mg de calcium) et des vitamines (A, D, B...). (BOUBEZARI ; 2010).

Tableau 3 : Composition moyenne des divers types de laits utilisés en fromagerie dans le bassin méditerranéen.

%	Eau	Matière sèche totale	Matières grasses	Matières azotées	Lactose	Minéraux	Caséine % Matières azotées
Vache	87,3	12,7	3,8	3,3	4,7	0,9	78
Chèvre	87,1	12,9	4,1	3,5	4,5	0,8	75
Brebis	81,0	19,0	7,5	6,0	4,6	0,9	77
Chamelle	87,4	12,6	3,6	3,6	4,7	0,7	72
Bufflesse	84,5	15,5	6,7	3,9	4,1	0,8	80

Source : FAO ; 1985.

Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques des laits de diverses espèces animales.

Constantes	Vache	Bufflone	Chamelle	Chèvre	Brebis
Energie (kcal/litre)	705	755-1 425	800	600-750	1 100
Densité du lait entier à 20 °C	1,028-1,033	1,029-1,033	1,025-1,038	1,027-1,035	1,034-1,039
Point de congélation (°C)	-0,520-0,550	-0,544	-0,580	-0,550-0,583	-0,570
pH-20°C	6,60-6,80	6,66-6,82	6,20-6,82	6,45-6,60	6,50-6,85
Acidité titrable (°Dornic)	15-17	14-18	-	14-18	22-25
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes cm)	50	48,7	-	52	45-49
Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45 x 10 ⁻⁴	66,2 x 10 ⁻⁴	-	43-56 x 10⁻⁴	38 x 10 ⁻⁴
Indice de réfraction	1,45-1,46	-	-	1,35-1,46	1,33-1,40
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,0-2,2	-	-	1,8-1,9	2,86-3,93

Source : FAO ; 1985.

II.4. Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait

Le lait est un mélange hétérogène. Laisse un certain temps à température ambiante (20° C), le lait évolue et différentes phases apparaissent lors de son évolution (trois compartiments). (Voir figure 6)

II.5.2.2. L'acidité

L'acidité du lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle oscille entre 0,16 et 0,17 % d'acide lactique. En technologie fromagère, celle-ci réduit le temps de coagulation du lait caprin par la présure et aussi accélère la synérèse du caillé. (MOUALEK ; 2010).

II.5.2.3. La densité

La densité de lait de chèvre reste est relativement stable et se situe à 1,002, inférieur à celle du lait de vache (1,036). (MOUALEK ; 2010).

II.5.2.4. La viscosité

La viscosité résulte du frottement des molécules. Elle se traduit par la résistance plus ou moins grande des liquides à l'écoulement. La viscosité absolue η , s'exprime usuellement en centipoise (1 poise : 1 dyne/cm²). Dans les milieux aqueux, on utilise parfois la viscosité relative par rapport à celle de l'eau. La viscosité se mesure facilement par la mesure du temps d'écoulement dans un capillaire (pipette d'Ostwald) ou du temps de chute d'une petite boule dans une colonne (viscosimètre d'Hoeppler). (BOUBEZARI ; 2010).

II.5.2.5. L'eau

L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait, les autres éléments constituent la matière sèche totale ou extrait sec et représentent de 125 à 130 g litre de lait. L'extrait sec dégraissé correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses.

L'eau du lait se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée (4 %) à la matière sèche.

L'eau libre par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au développement des microorganismes. L'eau liée est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques. (FAO ; 1985).

II.5.2.6. Les sels organiques et minéraux, oligo éléments

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme notamment, le calcium et le phosphore. La matière minérale et saline du lait constitue environ 9g/l. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et

ions). Une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines).

La composition minérale est variable selon les espèces, les races (pour la vache par exemple, la teneur en calcium et en phosphore est plus élevée chez la race normande que chez la race frisonne ou la race prim holstéin), le moment de la lactation et les facteurs zootechniques.

Les principaux macroéléments rencontrés dans le lait sont : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le chlore.

Le lait contient également les oligo éléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor, l'iode et le molybdène. (BOUBEZARI ; 2010).

Tableau 5 : Teneurs en minéraux et en oligo-éléments des laits de diverses espèces animales (mg/litre).

	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
Minéraux						
Sodium	0,50	0,47	0,39	0,19	0,37	0,42
Potassium	1,50	1,39	1,76	0,68	1,55	1,50
Calcium	1,25	2,03	1,16	1,10	1,35	2,0
Magnésium	0,12	0,20	-	0,085	0,14	0,18
Phosphore	0,95	1,29	0,83	0,55	0,92	1,18
Chlore	1,00	0,65	1,99	0,30	2,20	1,08
Acide citrique	1,80	0,49	-	-	1,10	
Oligo-éléments						
Fer	0,20-0,50	0,80-1,10		0,59	0,55	0,2-1,5
Cuivre	0,10-0,40	0,18-0,25		0,28	0,40	0,3-1,76
Zinc	3-6	2,4-6,2		2,00	3,20	1-10
Manganèse	0,010-0,030	0,050-0,170		0,05	0,06	0,08-0,36
Molybdène	0,070	0,022				
Aluminium	0,6-1	0,22		-	-	-
Iode	-	-		0,02		

Source : FAO ; 1985.

II.5.2.7. Les biocatalyseurs : vitamines et enzymes

II.5.2.7.A. Les enzymes

Une soixantaine d'enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras. Le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes. La

distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile. Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés. (BOUBEZARI ; 2010).

II.5.2.7.B. Les vitamines et leur variation saisonnière

Les vitamines sont nécessaires au fonctionnement normal des processus vitaux, mais l'organisme humain est incapable de les synthétiser. L'organisme humain doit donc puiser ces sources dans l'alimentation. Les vitamines sont des molécules plutôt complexes mais de taille beaucoup plus faible que les protéines. Les structures des vitamines sont très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes.

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.

Dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles sont d'origine alimentaire et les conditions de vie de l'animal exercent une influence sur les teneurs vitaminiques du lait.

Le lait et ses dérivés sont des sources notables en vitamine A, B12 et B2 ; dans une moindre mesure en vitamine B1, B6 et PP.

Par contre, ils ne contiennent que peu de vitamines E, d'acide folique et de biotine. (BOUBEZARI ; 2010).

Tableau 6 : Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre).

Vitamines	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
B₁	0,42	0,40-0,80	-	0,28	0,41	0,85
B₂	1,72	1,07-1,65	-	0,38	1,38	3,30
B₆	0,48	0,23-0,70	-	-	0,60	0,75
B₁₂	0,0045	0,0004-0,0006	0,0023-0,0039	-	0,0008	0,006
Acide nicotinique	0,92	0,80-1,72	-	0,70	3,28	4,28
Acide folique	0,053	-	-	-	0,006	0,006
C	18	19-25	57-98	145,0	4,20	47,0
A	0,37	0,48-0,69	0,37-1,26	-	0,24	0,83
β-carotenes	0,21	0,00-0,30	0,16-0,46	-	<0,10	0,02

Source : FAO ; 1985.

II.5.2.8. Les glucides / Le lactose

En dehors de sa présence dans le lait, le lactose est un sucre extrêmement rare. C'est le constituant le plus rapidement attaqué par action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Cette transformation parfois gênante est souvent utilisée en industrie laitière notamment pour l'obtention des laits fermentés et les yaourts. Son pouvoir sucrant est 6 fois plus faible que le sucre ordinaire. Par exemple, si on considère le pouvoir sucrant du saccharose égal à 100, celui du fructose est de 170, celui du glucose de 75 et celui du lactose de 17. (BOUBEZARI ; 2010).

II.5.2.9. Matières sec

Différentes expressions ont été utilisées : extrait sec, résidu sec, matière sèche. La teneur en extrait sec du lait des différentes espèces de mammifères se situe entre des valeurs extrêmes très éloignées : de 100 à 600 g/l. La cause de ces différences est essentiellement la teneur en matière grasse. Etant donné que la densité dépend de la concentration des substances en solution et en suspension, d'une part, et de matière grasse, d'autre part, on a cherché à relier entre ces valeurs dans les formules qui permettent de calculer la teneur en extrait sec du lait. Connaissant G : matière grasse par Kg de lait et D : densité à 15°, les plus connues sont :

1. Formule de Fleischman : $ES\% = 1,2 G + 2665((D - 5)/D)$.

2. Formule de Richmond : $ES\% = 1,2 G + \frac{1.000(D-1)}{D} + 0,14$.

(BOUBEZARI ; 2010).

II.5.2.10. Les matière grasse : le globule gras

Pendant longtemps, la matière grasse a été le seul constituant du lait systématiquement déterminé pour l'appréciation de la valeur de ce produit. Aujourd'hui, la politique économique s'oriente autrement. Néanmoins, cela révèle la grande richesse de ce constituant.

En effet, d'un point de vue nutritionnel, les lipides représentent une grande part de l'apport énergétique du lait et satisfont à une partie du besoin en métabolites essentiels. D'autre part, du point de vue des transformateurs, les lipides sont responsables des caractéristiques sensorielles des produits laitiers.

La matière grasse est sous forme de globule gras (visible au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) et des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipidoprotéique chargée négativement.

Le diamètre du globule gras est variable. Au cours d'une traite, le diamètre augmente.

Un globule gras est donc plus gros en fin de traite qu'au début de lactation.

La taille des globules gras est aussi un caractère propre à la race.

La structure du globule gras est hétérogène. En allant du centre à la périphérie, on distingue :

-Une zone de glycérides à bas point de fusion, liquides à température ambiante.

-Une zone riche en glycérides à haut point de fusion et une zone corticale : la membrane du globule gras qui joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés. (BOUBEZARI ; 2010).

II.6. Protéines du lait (Protéines solubles <10nm et composés azotés)

On distingue l'azote des protéines (AP), techniquement exploitable, de l'azote non protéique (ANP) qui n'a aucun effet technologique. L'ANP représente 3 à 7% de l'azote total dont 36 à 80% d'urée. Il est le résultat d'une altération du lait ou d'une dégradation des protéines. Le taux protéique (TP), qui est une caractéristique essentielle de la valeur marchande du lait, peut être calculé : $TP = (AT - ANP) \times 6,38$.

6,38 étant le facteur de transformation de la masse d'azote en g en protéines laitières

(On considère que la teneur en azote dans une protéine est de 15,67% d'où $100/15,67 = 6,38$).

On distingue 2 grands groupes de protéines : les protéines des caséines et les protéines du lactosérum. Les caséines et la micelle de caséine représentent la partie protéique la plus intéressante en technologie laitière, notamment en technologie fromagère.

Le lait contient essentiellement trois groupes de protéines :

-Les caséines ce sont des phosphoprotéines. C'est le groupe le plus important puisque les caséines représentent environ 80% des protéines du lait. Leur PM moyen est de 25000.

-Les β -lactoglobulines elles représentent environ 10% des Protéines totales. Leur PM moyen est 18000.

-Les α -lactalbumines elles représentent environ 2% des protéines du lait. Leur PM moyen est de 16000.

Le lait contient aussi de petites quantités de protéines de fonction (enzymes, immunoglobulines, etc...). Lorsque les caséines sont coagulées, les autres protéines restent en solution en même temps que le lactose et les sels minéraux, constituant le lactosérum. (BOUBEZARI ; 2010).

II.6.1. Caséine

Les caséines sont des molécules volumineuses et complexes de la sécrétion lactée, elles sont présentes dans le lait sous forme de micelles. Le lait de chèvre comme le lait de brebis ou de vache contient quatre types de caséines (voir tableau n°7) :

- les caséines α (subdivisées en caséines α_1 et α_2) qui représentent en moyenne 30 % du total des caséines du lait de chèvre contre 45 % dans le lait de vache. (Anonyme ; 2011).
- Les caséines κ et β dont la proportion est plus élevée dans le lait caprin.

Tableau 7 : Comparaisons des teneurs en caséines dans les laits de vache et de chèvre.

Lait	Vache	Chèvre
Caséine α_1	35%	5%
Caséine α_2	10%	25%
Caséine β	40%	50%
Caséine κ	15%	20%

Source : Anonyme ; 2011.

II.6.1.A. Aspects de la micelle

La caséine est une substance hétérogène, complexe protéique phosphoré à caractère acide qui précipite dans le lait à pH 4,6.

La caséine est une particule sphérique d'environ 180 nm, constituée de submicelles de 8 à 20 nm ; elle est très hydratée (2 à 4 g d'eau par g de protéine). 7% environ de son extrait sec est composé de sels (phosphate, calcium, magnésium, citrate dans l'espace inter submicellaire).

Les submicelles pourraient être constituées d'environ 10 molécules des 4 caséines en proportion variables avec une répartition de caséine (hydrophile) en surface. Les submicelles les plus riches en caséine sont situées en surface de la micelle, ce qui la stabilise. Les portions «C» terminales de la caséine hérissent la micelle et l'enveloppent d'une chevelure périphérique particulièrement hydrophile.

La coagulation du lait après addition de présure résulte, entre autres phénomènes, d'une action primaire sur la caséine (protéolyse entre les acides aminés 105 (Phénylalanine) et 106 (Méthionine) situés à l'extérieur de la micelle) laissant des plages hydrophobes de paracaséine. Les acides aminés 1 à 105 restent fixés à la micelle).

Sous l'influence de calcium ionique Ca^{++} dissous, il y a agglomération des micelles dépourvues de caséino glycopeptide (cas 106-169 qui se solubilise) en un réseau : le caillé ; (BOUBEZARI ; 2010).

II.6.1.B. Propriétés des caséines

pHi et charge électrique, Les groupements acides libres des résidus glutamyl, aspartyl et phosphoryl en nombre supérieur aux groupements basiques libres $-NH_2$ des lysines et autres acides aminés diamminés, confèrent à la caséine entière un pHi de 4.65, une charge négative et des propriétés acides (réaction avec les métaux alcalino-terreux). (BOUBEZARI ; 2010).

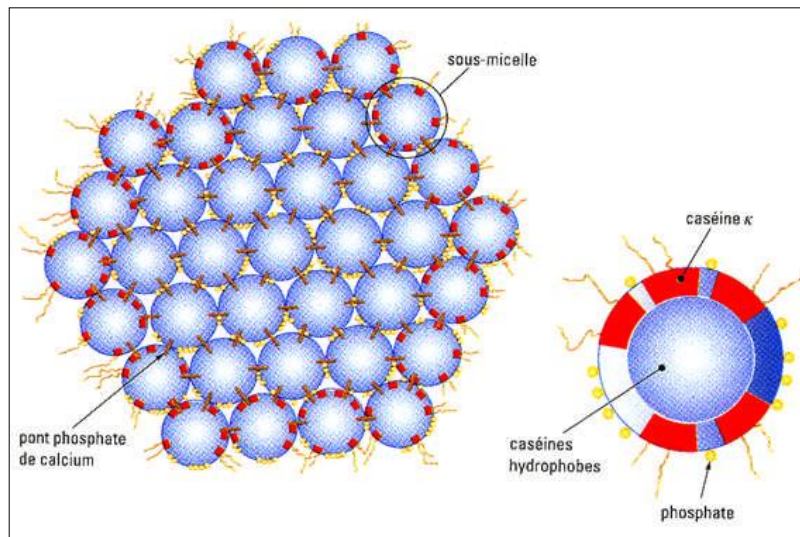


Figure 7 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités.

Source : BOUBEZARI ; 2010.

II.6.2. Les protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait et 17% des matières azotées. Elles demeurent en solution dans le «sérum isoélectrique » obtenu à PH = 4,6 à 20°C ou dans le sérum présure exsudé par le coagulum formé lors de l'emprésurage. On les distingue des caséines par leur composition, leur structure et diverses propriétés :

- Leur teneur élevée en lysine, tryptophane, cystéine et autres acides aminés soufrés leur confère une très bonne valeur nutritionnelle.
- La structure est plus compacte : ces protéines fixent peu les ions et résistent à l'action des protéases.
- Elles sont plus sensibles à la chaleur car dénaturées par chauffage (à 100°C) et forment des flocons. Elles deviennent alors insolubles (sauf les protéoses-peptones). (BOUBEZARI ; 2010).

Tableau 8 : Composition moyenne du lactosérum.

Composants	Unités	Lactosérum par kg	Lactosérum par kg
Matières sèches	g	61	
Humidité	g		44
Lactose	g	48-42	740-660
Protéines	g	8	125
Graisses	g	2	10
Minéraux	g	5-7	80-105
Acide lactique	g	1-5	2-42
Calcium	g	0,5-1,0	7-20
Phosphore	g	0,5	8
Potassium	g	1,4	20
Sodium	g	0,45	g
Chlore	g	1,0	16
Magnésium	g	0,04-0,08	1-2
Zinc	mg	0,3-2,3	10-60
Fer	mg	0,9	
Cuivre	mg	0,2	3
Manganèse	µg	6-26	120-470
Thiamine	mg	0,4	5
Riboflavine	mg	1,4	25
Pyridoxine	mg	0,5	
Cobalamine	µg	1,5	25
Acide nicotinique	mg	2	8
Acide folique	µg	50	220
Acide pantothénique	mg	-	11 5
Acide ascorbique	mg	9	45
pH		6,0-4,5	

Note : Lorsque deux chiffres sont donnés, le chiffre de gauche correspond au lactosérum doux et celui de droite au lactosérum acide.

Source : FAO ; 1985.

Chapitre III : Le fromage

III.1. Historique

L'histoire du fromage remonte à la période liée au début de la sédentarisation de l'homme, à l'apparition de l'agriculture et à la domestication animale. Beaucoup plus tard, les gaulois et les romains consommèrent à leur tour de nombreux fromages de montagne.

Au Moyen-âge, les moines étaient les principaux producteurs de fromage et leurs méthodes de fabrication étaient de véritables secrets. Au XIII^{ème} siècle, les hommes de montagnes s'organisèrent en coopératives fruitières pour réunir suffisamment de lait et fabriquer un fromage de grande forme. (ANONYME ; 2007).

III.2. Définition

Le fromage est défini par le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988 de la manière suivante : « La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse ». La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage. (BRUNO ; 1980).

Le fromage correspond à un véritable moyen de conservation alimentaire, obtenue grâce au jeu croisé de l'élimination plus au moins poussée de l'eau du lait et de la récupération des matières sèches. (MANSOUR ; 2009). Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu. (FAO/OMS ; 1990).

III.3. Classification des fromages de chèvre.

Le grand critère de différenciation des familles de fromage réside dans le type de caillage :

- ✓ Lactique.
- ✓ à la présure.
- ✓ mixte à tendance lactique ou présure plus ou moins prononcée.

La grande majorité des fromages de chèvre est obtenue par une coagulation mixte de type lactique ou « coagulation lente ». Ils entrent dans la catégorie des fromages à pâte molle et à croûte fleurie. A côté on trouve d'autres variétés, dont la coagulation est de type présure ou « coagulation rapide ». (BRUNO ; 1980).

III.4. Fiche d'identité

- Nom : Le fromage.
- Origine : Le lait.
- Familles : 8 familles différentes.
- Variétés : Plus de 400 fromages en France.
- Durée de fabrication : De 48 heures à plusieurs mois. (ANONYME ; 2007).

III.5. La coagulation

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait. Dans la pratique, cette déstabilisation est réalisée de deux manières :

- Par voie enzymatique à l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la présure.
- Par voie fermentaire à l'aide de bactéries productrices d'acide lactique (bactéries lactiques contaminant à l'état naturel le lait ou apportées sous forme de levains).

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

L'aptitude à l'égouttage, dont dépendent les caractéristiques physico-chimiques du fromage non affiné, est déterminée également de façon spécifique. (RAMET ; 1985).

Dans les techniques fromagères classiques, les deux modes de coagulation ne sont jamais utilisés séparément, seule varie l'importance relative de leur action coagulante respective. Cette distinction permet de classer les fromages en trois grandes catégories:

- Les pâtes fraîches qui résultent d'une coagulation à caractère lactique prédominant.
- Les pâtes pressées qui résultent d'une coagulation à caractère présure prédominant.
- Les pâtes molles qui résultent d'une coagulation à caractère mixte. (RAMET ; 1985).

III.5.1. Coagulation par voie enzymatique

Mécanisme d'action d'après. (RAMET ; 1985).

Le mécanisme d'action des enzymes coagulantes lors de la coagulation du lait est bien connu. Schématiquement, lors de la réaction d'hydrolyse, un fragment de la caséine, le caséinopeptide est dissocié de la micelle et éliminé dans le lactosérum ; le phénomène peut être résumé comme suit :

Phosphocaséinate de Ca → Phosphoparacaséinate de Ca⁺ caséinopeptide soluble.

Soluble

Protéase coagulante

Insolubl

III.5.1.1. Les enzymes coagulantes d'origine animale (La présure)

Plusieurs protéases d'origine animale sont utilisées pour la fabrication des fromages; toutefois, la présure est de très loin la plus employée. Diverses pepsines peuvent être choisies, mais leur usage est plus restreint. Enfin, l'emploi de trypsine et de chymotrypsine n'a pas dépassé le stade expérimental. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.1. Origine

La présure de veau est l'agent coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait en vue de la fabrication de la majorité des fromages ; de petites quantités sont produites à partir de l'estomac de chevreau et d'agneau.

La dénomination "présure" est donnée à l'extrait coagulant provenant de caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage. Elle contient en réalité deux fractions actives : l'une majeure constituée par la chymosine, l'autre mineure, par la pepsine.

La sécrétion de chymosine s'arrête au moment du sevrage, lorsque des éléments solides sont présents dans la ration alimentaire ; la production de pepsine s'accroît alors très fortement et devient dominante. L'activité protéolytique de l'enzyme, qui est sécrétée à l'état d'un précurseur inactif, est accrue considérablement à la suite d'une hydrolyse partielle dans le milieu acide stomacal. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.2. Préparation

Après collecte, les caillettes, préalablement nettoyées, sont séchées, salées ou congelées pour conservation, jusqu'à extraction de la présure.

Cette opération est réalisée par macération des estomacs, découpés dans une solution salée pendant quelques jours, le pH étant ajusté à 5,0–5,5 pour favoriser l'activation de la prochymosine.

Le jus de macération est ensuite clarifié à l'alun, puis filtré. La standardisation de la force, du pH, de la teneur en NaCl, de la couleur est effectuée finalement parallèlement à l'ajout de conservateurs autorisés par la réglementation.

La force de la présure est exprimée par un rapport entre une unité de poids et (ou) de volume de présure, capable de coaguler un nombre d'unités correspondantes de lait dans des conditions définies de température et de temps. Ces conditions sont différentes selon la méthode réglementaire de référence adoptée. En France, la méthode officielle est celle de Soxhlet ; elle précise que la coagulation doit intervenir à 35° C après 40 minutes.

Conservés à température ambiante, les extraits liquides perdent lentement leur activité, ils doivent être conservés au froid (0–5° C). Il existe également des présures sèches (poudre ou comprimé), mieux adaptées à la conservation, mais moins pratiques à l'emploi ; elles sont obtenues par relarguage au sel d'extraits liquides.

Diverses expérimentations ont été également développées pour la production de présure à partir d'animaux fistulés ; le rendement unitaire en présure apparaît être plus élevé que celui des caillettes traitées par la méthode classique ; toutefois le coût opératoire, les risques cliniques et les servitudes d'exploitation limitent l'intérêt et le développement de ce procédé.

Au plan artisanal, l'utilisation de présure commerciale n'est pas généralisée. La caillette peut servir à la préparation de présures dites naturelles, obtenues par macération dans du lactosérum, ce milieu apportant alors à la fois enzymes coagulantes et bactéries lactiques nécessaires à la coagulation. Enfin, la caillette peut être immergée directement dans le lait à transformer. Ces divers procédés présentent l'inconvénient d'être peu reproductibles, en raison des variations de concentration en principe actif, consécutif à l'épuisement progressif des caillettes en enzymes. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.3. Propriétés

La chymosine hydrolyse la caséine, et possède une double activité :

- une activité élevée sur la caséine Kappa qui conduit à la déstabilisation micellaire au cours de la phase de coagulation.
- une activité faible de protéolyse générale sur les différentes fractions caséiniques qui intervient essentiellement pendant l'affinage du fromage.

Comme toutes les enzymes, l'activité protéolytique de la présure est fortement influencée par les facteurs de milieu qui conditionnent à la fois l'état du substrat et son environnement : la mesure du temps de floculation permet de mettre en évidence ces interactions. (RAMET ; 1985).

III.5.2. Les enzymes coagulantes d'origine végétale

On connaît de très nombreuses préparations coagulantes provenant du règne végétal ; elles sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieures. Parmi les espèces européennes, on peut citer le gaillet, l'artichaut, le chardon qui ont été et (ou) sont encore utilisés dans des fabrications de fromages fermiers, en particulier dans l'ouest du bassin Méditerranéen.

D'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales : les plus connus sont les ficines, extraites du latex du figuier, la papaine, extraite des feuilles du papayer, la bromélaïne, extraite de l'ananas.

D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée, qui se traduit par l'apparition des inconvénients technologiques majeurs précédemment signalés.

L'activité coagulante est d'autre part très variable car elle est fortement influencée par l'état de maturité de la plante et par les conditions de collecte et de stockage. De ce fait, l'emploi de ces protéases coagulantes est toujours resté limité aux aires locales de production. (RAMET ; 1985).

III.5.3. Les enzymes coagulantes d'origine microbienne

Depuis une trentaine d'années, une puissante industrie de transformation s'est développée dans le monde ; elle produit des substances variées, dont une grande quantité d'enzymes qui trouvent de nombreuses applications dans des secteurs industriels variés, et en particulier des protéases susceptibles de coaguler le lait.

Des protéases d'origine bactérienne provenant de cultures en fermenteurs de Bacilles et de Pseudomonas ont donné en général des résultats décevants en raison de leur activité protéolytique généralement très élevée : aussi l'utilisation de ces enzymes bactériennes n'a pas dépassé le stade expérimental; aucune préparation n'est commercialisée.

Les enzymes d'origine fongique, au contraire, ont donné des résultats meilleurs, souvent comparables à ceux obtenus avec la présure; plusieurs préparations sont déjà commercialisées sur le marché international et utilisées à plus ou moins grande échelle selon les pays.

Ces préparations proviennent de trois genres de moisissures : *Endothia parasitica* (*E.p.*), *Mucor pusillus* (*M.p.*), *Mucor miehei* (*M.m.*). (RAMET ; 1985).

III.6. Les étapes de fabrication

III.6.1 L'emprésurage

C'est l'ajout de la présure dans le lait afin qu'il puisse cailler. Ces deux ingrédients produisent alors l'acidité nécessaire pour que les protéines s'assemblent et donnent le fameux aspect mi-solide du lait caillé. (RICKI ; 2012).

III.6.2 Le caillage

Le lait va passer de l'état liquide à l'état solide. (ANONYME ; 2007). Des ferments lactiques ou de la présure sont ajoutés au lait pour provoquer sa coagulation il va alors se scinder en deux :

- « le caillé » (la partie solide), qui va servir à faire les fromages.
- « le petit lait » (partie liquide), utilisé pour l'alimentation du bétail. (RICKI ; 2012).

III.6.3. L'égouttage

Le caillé doit être séparé du petit-lait (lactosérum). De cette intervention délicate dépendent la qualité et la conservation du fromage. Bien égoutter est un art.

Quand le caillé est à caractère lactique, l'égouttage est spontané, car les grains de caillé sont perméables. Par la pression, le petit-lait peut-être expulsé. Cela dure plusieurs heures.

Pour l'égouttage des caillés à caractère présure, la masse coagulée doit être rompue par des opérations de tranchage (tranche-caillé), brassage plus pressage qui permettront de séparer le petit-lait. En même temps que le caillé est tranché, il est chauffé (la température dépend du type de fromage). (RICKI ; 2012).

III.6.4. Le moulage

Le moulage modèle le fromage dans sa forme définitive. Pour les pâtes molles, on verse le caillé au moyen de louches, poches ou écremettes dans des moules perforés placés sur des tables, afin que le sérum s'écoule. Les pâtes pressées cuites sont moulées dans des formes à fond de bois et le caillé est enveloppé dans une toile de lin. (RICKI ; 2012).

III.6.5. Le salage

Après avoir démoulé les fromages, on vérifie éventuellement que le fromage soit suffisamment égoutté.

Ensuite, on sale : soit au sel fin, à la volée, soit par immersion du fromage dans un bain de saumure saturée en sel.

Le sel joue un triple rôle :

- Il exerce une action antiseptique (de maîtriser le développement de micro organismes spécifiques).
- Il détermine, selon sa répartition dans la pâte et en surface, l'aspect et le goût du fromage.
- Il participe à la formation de la croûte. Il est nécessaire à la conservation. (RICKI ; 2012).

III.6.6. L'affinage

Pour les fromages blancs, les opérations s'arrêtent avec l'égouttage. Pour tous les autres, commence l'affinage.

Une maturation biologique qui dure plusieurs jours à plusieurs mois. Elle exige de l'affineur le bon geste au bon moment, une attention aiguisée, de la patience dans l'atmosphère contrôlée des caves ou des hâloirs. C'est la phase ultime de la fabrication des fromages, c'est aussi la plus complexe. (RICKI ; 2012).



Figure 8 : L'égouttage.



Figure 9 : Le moulage.



Figure 10 : Le salage.



Figure 11 : L'affinage.

Source : RICKI ; 2012.

III.7. Les grandes familles du fromage

Les 400 sortes du fromages français appartiennent à huit familles. Une même famille peut réunir des fromages conçus avec des laits d'origines différentes : vache, chèvre, brebis. Chacune déroule une longue histoire, reliée à un terroir, un mode de fabrication, une forme bien particulière. (ANONYME ; 2007).

III.7.1. Le fromage frais

Doux comme un désert, ni affiné, ni fermenté, il se consomme du matin au soir, sucré ou salé.

Les spécialités : Cabrion, Bougrefin, Brousse au lait de vache ou de chèvre, Fromage blanc, Faisselles. (ANONYME ; 2007).



Figure 12 : Le fromage frais.



Figure 13 : Le fromage à pâtes molles à croûte fleurie.

Source : RICKI ; 2012.

III.7.2. Les fromages à pâtes molles à croûte fleurie

Onctueux sans être coulant, il est recouvert d'un duvet blanc; Il termine bien le repas.

Les spécialités : Saint Marcellin, Saint Félicien, briques de chèvre ou de vache. (ANONYME ; 2007).

III.7.3. Le fromage de chèvre

Forcément au lait de chèvre, il s'apprécie frais, tendre, demi sec ou carrément dur. Sa présentation varie : bûche, cylindre, pyramide, pavé, il est parfois aromatisé, roulé dans une feuille de vigne ou cendré. Excellent sur un plateau, dans une salade ou une tarte salée.

Les spécialités : Picodon, Charollais, bûches. (ANONYME ; 2007).

III.7.4. Le fromage à pâte persillée

De fines marbrures dans une pâte molle, lisse et grasse, ce fromage " bleu " est fait au lait de vache, excepté le Roquefort, au lait de brebis. Son goût original lui donne de multiples occasions d'être cuisiné de l'entrée au dessert.

Les spécialités : fourme de Montbrison, Doucet bleu, Bleu du Vercors, Bleu de Termignon. (ANONYME ; 2007).

III.7.5. Le fromage à pâte pressée non cuite

Sa croûte dure cache une pâte souple à la saveur subtile, qui se marie aux salades et préparations chaudes.

Les spécialités : Tomme des Monts, Tomme du Beaujolais, Tomme de Savoie, Reblochon. (ANONYME ; 2007).



Figure 14 : Le fromage à pâte persillée.



Figure 15 : Le fromage à pâte pressée non cuite.



Figure 16 : Le fromage à pâte pressée cuite.



Figure 17 : Le fromage à pâte molle à croûte lavée.

Source : RICKI ; 2012.

III.7.6. Le fromage à pâte pressée cuite

Sa saveur fruitée révèle une maturation lente et longue.

Grignoté à toute heure ou fondu dans des sauces, des gratins, des entrées chaudes, il est à l'aise partout. Le Beaufort et le Comté, deux pâtes pressées cuites fabriquées dans la région, font partie des fleurons de cette famille.

Les spécialités : Emmental, Beaufort, Gruyère, Comté. (ANONYME ; 2007).

III.7.7. Le fromage à pâte molle à croûte lavée

Plus longuement affiné que les premiers, lavé et brossé, son goût a pris le temps de s'affirmer. Sa pâte est onctueuse, sa croûte moelleuse est parfois rouge orangée. La note finale et corsée d'un repas rustique.

Les spécialités : Munster, Epoisses, Langres. (ANONYME ; 2007).

III.7.8. Le fromage fondu

Crème de gruyère ou autre fromage en portions, il se tartine facilement. Ce fromage fondu obtenu à partir d'un ou plusieurs fromages à pâte pressée a un goût très doux.

Les spécialités : La vache qui rit. (ANONYME ; 2007).

DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE

Chapitre I : Matériels et méthodes

La fabrication de notre fromage de chèvre traditionnel nécessite plusieurs matériels et méthodes traditionnelle (originale). Pour avoir une bonne qualité alimentaire de fromage il faut maîtriser la méthode de fabrication traditionnelle et aussi la connaissance d'élevage de chèvre.

Les analyses physico-chimiques du fromage traditionnel (*Jben*) du lait de chèvre fabriqué dans la wilaya d'EL-Oued, doit pratiquer avec soin et prudence pour avoir des bons résultats.

Une partie des analyses physico-chimiques des échantillons a été effectuée au laboratoire de biochimie à l'université d'El-Oued et l'autre partie a été réalisée dans le laboratoire de contrôle de qualité et de conformité " **TRUST LAB**" Birkhadem –Alger dirigé par le Dr. Fekkane Touati.

I.1. Matériels

I.1.1. Matériels biologiques

I.1.1. A. Les chèvres

La chèvre concernée (traite) à une race (*Arabia*), qui vit dans les régions suivantes : Taghzout, El-oued (Cité El- Sahen , El- Nour et Cité 19 Mars 1962.), Debila (djeudida) de la wilaya.



Figure 18: Chèvre traitée (arabia). Source : Originale ; 2013.

I.1.1.B. La présure

A la naissance l'estomac est très petit et la caillette est la poche la plus développée (0.25 à .50 l), elle travaille d'ailleurs seule, recevant directement le lait grâce à une gouttière œsophagienne qui se forme lors de la déglutition ; c'est là que commence la digestion (coagulation et attaque des matières azotées).

La panse est, beaucoup plus réduite, le bonnet et le feuillet sont peu visible ; ils sont à peine esquissés. Mais rapidement ces poches vont se développer, plus ou moins vite cependant selon l'alimentation mise à la disposition du chevreau. (QUITTET ; 1975).

La présure utilisée est d'origine animale appelée (douth), nous l'obtenons après l'abattage d'une petite chèvre (chevreau), par récupération de leur petit estomac.

Ayant une forme tubulaire ouverte de deux côtés. On fait une ligature sur un côté et laisser l'autre ouvert, après le remplissage de l'estomac par le lait on ajoute une quantité de sel afin de le protéger contre les microbes et fermer l'autre côté on fin accrocher le tout dans un endroit élevé et bien exposé à l'air, pour être sécher et devient utilisable comme présure.

Nous prendrons cette présure de région d'El-Oued (El-magrane, Om-zebaide).

Remarque

Nous ne lavons pas la présure afin de garder leur caractéristique de sécrétion.

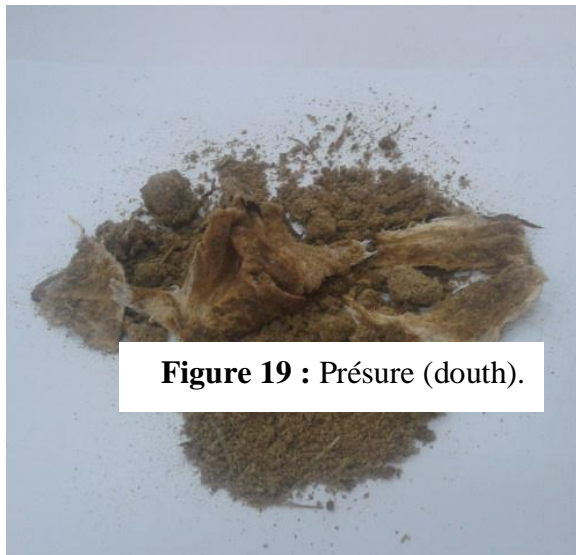


Figure 19 : Présure (douth).

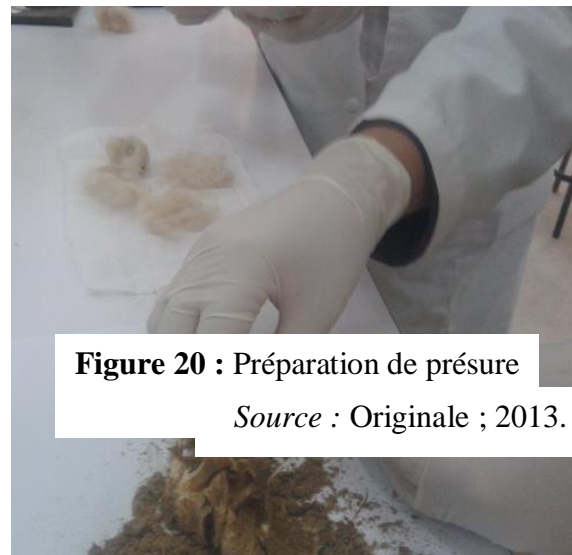


Figure 20 : Préparation de présure

Source : Originale ; 2013.

- ✓ Bécher.
- ✓ Électrode combiné.
- ✓ Eau distillée.
- ✓ Support.

Pour la mesure du conductivité

- ✓ Conductimètre (CDM 210 CONDUCTIVITY METER. Metre Lab).
- ✓ Bécher.
- ✓ Électrode combiné.
- ✓ Eau distillée.
- ✓ Support.

Pour la mesure du densité

- ✓ Balance analytique (KERN Max220g $\pm d=0,1$ mg).
- ✓ Bécher.
- ✓ Boîtes en plastique.
- ✓ Spatule.

Pour la mesure de La matière sèche

- ✓ Etuve à 103 C (Mettler).
- ✓ Balance Analytique (KERN Max220g $\pm d=0,1$ mg).
- ✓ Dessiccateur.
- ✓ Capsules.

Pour Le dosage de protéine

- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ Tubes.
- ✓ Support.
- ✓ Bleu de Coomassie.

I.1.3. Matériels de fabrication du fromage

- ✓ Thermos.
- ✓ Boîtes en plastique.
- ✓ Verres en plastique avec des trous (moule).
- ✓ Morceaux de vergé.
- ✓ Laine.
- ✓ Coton.
- ✓ Plaques de bois percé.
- ✓ Les gants.
- ✓ Support.



Figure 22 : Boites en plastique, pour la fabrication du fromage.

Source : Originale ; 2013.



Figure 23 : Moule.



Figure 24 : Plaque d'égouttage.

Source : Originale ; 2013.

I.2. Méthodes

I.2.1. Méthode de prélèvement (la traite)

Il faut prendre les échantillons sous les conditions suivant :

- ✓ Nettoyer bien les mamelles de chèvre.
- ✓ Elimination des premiers jets de lait.
- ✓ Mettre le lait dans un thermos stérile.

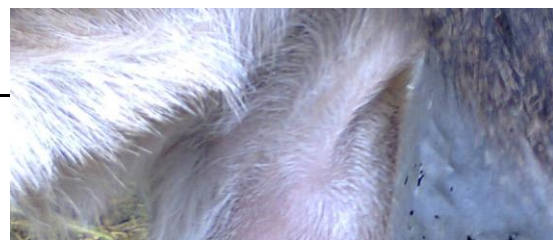
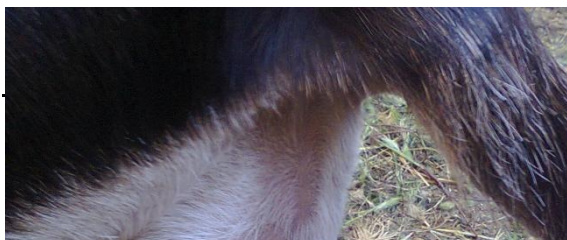


Figure 25 : Opération de traite.**Figure 26** : Mamelle bien rempli.

Source : Originale ; 2013.

I.2.2. Fabrication du fromage traditionnelle

Jben est un fromage traditionnelle algérien sa fabrication est anciennement pratiquée chez les populations *Souafa*, dans la région d'El-Oued.

Nous avons fabriqués cinq échantillons du fromage *Jben* frais selon la méthode traditionnelle suivant :

I.2.2.A- emprésurage

- ✓ Prendre une quantité du lait de chèvre bien déterminé dans une boîte (0.5l).
- ✓ Peser 0.25g de présure et enveloppé par le coton.
- ✓ Emerger la (présure +coton) dans le lait pendant quelques secondes.
- ✓ Ajouter la (présure+ coton) dans le lait après la traite directement (37°C).
- ✓ Puis presser le coton (entre le pouce et l'index), pour la libération des enzymes nécessaire de la coagulation. Répéter cette étape plusieurs fois.
- ✓ Laissé les échantillons du lait environ un jour (24h), pour la coagulation totale.
- ✓ Après quelques heurs on observe le début de formation des cailles, jusqu'à la transformation totale dans un jour.



Figure 27 : Envelopper la présure par le coton.



Figure 29 : Emerger la présure dans le lait.

Figure 28 : Présure + coton.



Figure 30 : Formation des cailles.

Source: Originale ; 2013.

1.2.2.B- L'égouttage

- ✓ Verser le contenu de boîte sur un morceau de vergé (compresse), et ce dernier poser sur une plaque d'égouttage, afin de séparer le lactosérum et les cailles.
- ✓ Ramasser les cailles par la compresse et fait une ligature par les extrémités de compresse.
- ✓ Accrocher le tout sur un support et laissez les échantillons égoutté pondent un ou deux jours pour obtenir un fromage bien égoutté.



Figure 31 : Séparations de caille au lactosérum.



Figure 32 : Ramassage des cailles.



Figure 33 : Egouttage de cinq échantillons.

Source : Originale ; 2013.

1.2.2.C- Le moulage

- ✓ Posé le fromage obtenue (bien égoutté) dans un moule (verre en plastique percé). Et presser par un autre verre non percé pour donner la forme ronde de notre fromage.
- ✓ A la fin ; on obtient cinq échantillons de fromage *Jben* frais.



Figure 34 : Moulage d'échantillon.

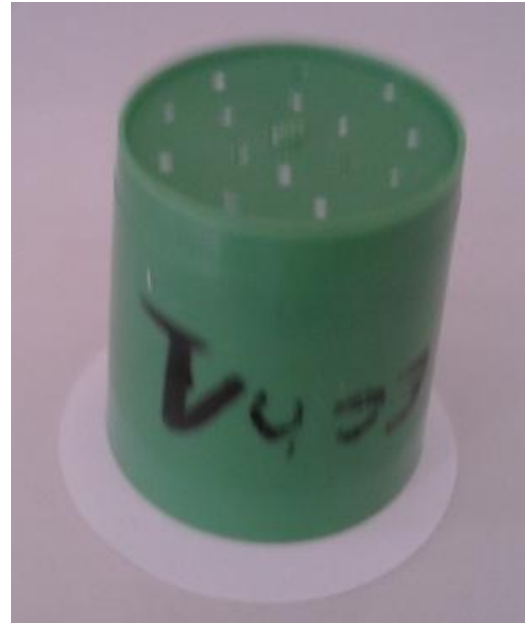


Figure 35 : Extraction du fromage.

Source : Originale ; 2013.

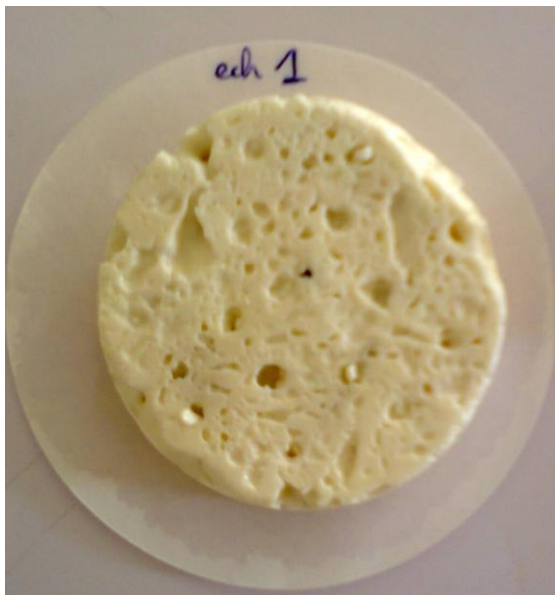


Figure 36 : Fromage obtenu, prendre la forme ronde.

Source : Originale ; 2013.

Remarque :

Pour l'utilisation de présure, il y a plusieurs méthodes soit :

- ✓ La présure dans le coton, morceau de vergé ou dans la laine.
- ✓ On ajoute la présure (fragmenté ou en poudre) directe dans le lait.
- ✓ On lève la présure après l'émerger directe, après un ou deux heures ou on lève la présure a la fin de coagulation.

I.2.3. Origine et période de fabrication des échantillons

Les échantillons sont collectés à partir de quatre régions différentes de la wilaya d'El-Oued Durant la période d'hiver 2013. (tableau 10).

Tableau 10 : Origine et période de fabrication des échantillons.

Echantillons	Origine	Temps d'utilisation de présure	période de fabrication	Date de maturation
Ech 1	Debila (DJeudida)	18 :15h (après 15 min de traite)	15 février2013 à 17février 2013	18 février2013
Ech 2	El-Oued (cite El-Nour)	7 :25h (après 5min de traite)	16 février2013 à 17 février 2013	18 février2013
Ech 3	El-Oued (cite El-Sahen)	8 :15h (après 15min de traite)	16 février2013 à 17 février 2013	18 février2013
Ech 4	Taghzout	8 :15h (après le traite directe)	16 février2013 à 17 février 2013	18 février2013
Ech 5	Taghzout	9 :30h (après 1h et 15min de traite)	16 février2013 à 17 février 2013	18 février2013

N B : Les échantillons Ech4 et Ech5 sont obtenues à partir de la même région.

Tableau 11 : La quantité du lait, présure.

Les échantillons	Quantité de présure	Volume du lait
Ech 1	0.25 mg	0.4 Litre
Ech 2	0.25 mg	0.5 Litre
Ech 3	0,25 mg	0.5 Litre
Ech 4	0.25 mg	0.5 Litre
Ech 5	0,50 mg (avec sel)	0.5 Litre

I.2.4. Les méthodes d'analyse des caractères physico-chimiques

I.2.4.1. Le PH

Le pH-mètre (Radiometre analytical, Meterlab, STANDARD Ph METER, PHM210) est reconnu par leur simplicité d'utilisation.

Méthode

- ✓ Assurez-vous que le pH-mètre a été étalonné avant de démarrer les mesures.
- ✓ Appuyez sur la touche °C et à l'aide du bouton marqué température étalonné au (25 °C) à la valeur lue sur thermomètre et puis appuyez sur la touche marqué pH.
- ✓ Prendre un échantillon et introduire l'électrode environ 4 cm dans le fromage.
- ✓ Attendre la stabilité de l'affichage après la stabilité noté la valeur de la mesure.
- ✓ Rincer la sonde à l'eau distillée et ne jamais laisser le pH-mètre allumé quand la sonde ne plonge pas dans une solution.
- ✓ Si plusieurs mesures de pH sont prises pour différents échantillons, il est nécessaire de rincer l'électrode entre deux échantillons pour éviter toute contamination. Pour le rinçage, il est possible d'utiliser de l'eau distillé. Et à la fin conserver l'électrode dans une solution de KCL.
- ✓ Les processus sont répétés pour les cinq échantillons.

I.2.4.2. La conductivité

La conductimètre (Radiometre analytical, Meterlab, CONDUCTIVITYMETER, CDM210) nous permet de mesurer la facilité qu'a une solution (notre fromage est frais) à laisser passer le courant.

Méthode

- ✓ Au début, allumez l'instrument par appui sur le bouton ON/OFF.
- ✓ Plongez l'électrode sur environ 4 cm dans le bécher remplie par l'eau distillé, Puis appuyez sur la touche marquée ms.
- ✓ Plonger la sonde, agiter la solution puis attendre la stabilité de l'affichage pour noter la valeur de la mesure, l'affichage indiquera une valeur en ms/cm.
- ✓ Rincez la sonde à l'eau distillée.
- ✓ Les processus sont répétés pour les cinq échantillons.

I.2.4.3. La matière sèche

La matière sèche est le résidu sec du fromage après évaporation dans l'étuve réglée à une température 103°C pendant trois heures .Elle est exprimée en g/l.

Méthode

- ✓ On prend dans la capsule séchée une prise d'essai 5g du fromage
- ✓ Puis introduire dans l'étuve réglée à 103°C et laisser 3 heures.
- ✓ Ensuite à refroidir au dessiccateur.
- ✓ Les processus sont répétés pour les cinq échantillons.

I.2.4.4. Les protéines

Les protéines sont des composant nécessaire dans le fromage, composées de deux fraction, l'une majoritaire dénommée caséines. L'autre minoritaire et dénommée protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH.

Méthode

La concentration de protéines est déterminée selon la méthode de (BRADFORD ; 1976), qui utilise le bleu de Coomassie comme réactif. Ce dernier réagit avec les groupements amines ($-NH_2$) des protéines pour former un complexe de couleur bleu. (L'apparition de la couleur bleu reflète le degré d'ionisation du milieu acide et l'intensité correspond à la concentration des protéines).

Pour cela, nous avons procédés aux étapes suivantes :

- ✓ Prélever 0.1 ml de l'homogénat.
- ✓ Ajouter 5 ml du bleu de Coomassie.
- ✓ Agiter et laisser reposer 5 minutes.
- ✓ Lire à 595 nm les densités optiques contre le blanc.

La concentration des protéines est déterminée par comparaison à une gamme étalon d'albumine sérique bovine (1mg/ml) préalablement réalisée dans les mêmes conditions.

Chapiter II : Résultats et discussions

II.1. Les résultats

II.1.1. Les rendements

Après la fabrication de notre fromage par utilisation de présure (*Douth*), les résultats obtenus sont motionnés dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Les poids du fromage avec la quantité de présure et le lait.

Les échantillons	Quantité de lait	Quantité de présure	poids de fromage
Ech 1	0.4 Litre	0.25 mg	82.81 g
Ech 2	0.5 Litre	0.25 mg	75.50 g
Ech 3	0.5 Litre	0,25 mg	124.41 g
Ech 4	0.5 Litre	0.25 mg	94.00 g
Ech 5	0.5 Litre (avec sel)	0,50 mg	89.91 g

Nous avons obtenus différente poids de *Jben* 82.81 g pour l'Ech 1, 75.50 g pour l'Ech 2, 124.41 g pour l'Ech 3, 94.00 g pour l'Ech 4 et 89.91 g pour l'Ech 5. Avec une moyenne de 95.95g pour 0.5 litre de lait.

Le litre du lait a donné en 195,10g après 24 h du temps d'égouttage, soit environ 1/5 du poids de lait cru. (ABAKAR ; 2012).

Nous observons que les poids du fromage sont varies selon la race de chèvre de part, et d'autre part la alimentation et son environnement.

II.1.2. L'étude physico-chimique

Les valeurs des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, matière sèche, dosage de protéine et densité), sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus.

Caractéristiques physico-chimiques	Echantillons					Moyenne
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	
PH	6.33	4.34	6.23	6.43	5.66	5.79
Conductivité ms/cm	2.033	1.745	2.152	1.620	3.200	2.15
Matière sèche g/100g	55.02	45.25	58.28	54.25	60.06	54.57
% protéine	7	9	12	10	11	9.8
Densité	1.5147	1.4862	1.5474	1.4475	1.5458	1.5083

Tableau 14 : Les résultats d'analyses physico-chimique du laboratoire prévie.

Détermination	Résultats	Méthodes
PH	5.48	Potentiométrique
% HUMIDITE	65	Etuvage
% EXTRAIT SEC TOTAL	35	Etuvage
% CLORURES	0.83	Titrimétrie
% MATIER GRASSE	12	Acido-butyrométrie
% PROTIENES	10.6	Kjeldah
% GLUCIDES	1.5	Dosage
CALCIUM (mg)	90	Spéctroscopie

II.1.2.1. PH

Les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus, montrent que la valeur du pH est de 6.33 pour l'Ech1, 4.34 pour l'Ech2, 6.23 pour l'Ech3, 6.43 pour l'Ech4 et 5.66 pour l'Ech5 avec une moyenne de 5.79.

II.1.2.2. Conductivité

Les valeurs du conductivité pour les échantillons analysés est les suivants : Ech1=2.033, Ech2 =1.745, Ech3 =2.152, Ech4 =1.620 et Ech5 =3.200 avec une moyenne de 2.15ms/cm.

II.1.2.3. Matière sèche

Les valeurs de la matière sèche sont respectivement 55.02; 45.25; 58.28; 54.25; 60.06 g/100g pour chaque échantillon, avec une moyenne de 54.57 g/100g, le pourcentage de moyenne de la matière sèche été réalisée dans le laboratoire de contrôle de qualité et de conformité " TRUST LAB" Birkhadem –Alger est égale à 35 % et le reste c'est le pourcentage d'humidité 65 %.

II.1.2.4. Taux de protéine

Les teneurs en protéines du fromage du lait de chèvre pour les cinq échantillons sont: 7 % pour l'Ech 1, 9 % pour l'Ech 2, 12 %, pour l'Ech 3, 10 % pour l'Ech 4 et 11 % pour l'Ech5 avec une teneur moyenne en protéines de 9.8 %.

II.1.2.5. Densité

Les taux de la densité sont: 1.5147 pour l'échantillon N°1, 1.4862 pour l'échantillon N°2, 1.5474 pour l'échantillon N°3, 1.4475 pour l'échantillon N°4 et 1.5458 pour l'échantillon N°5 avec une moyenne de 1.5083.

II.2. Discussion des résultats

II.2.1. PH

La valeur moyenne du pH du fromage du lait de la chèvre (*Jben*) des cinq échantillons analysés, est de 5.79, cette valeur obtenue est inférieure à celles obtenue par d'autres auteurs. (OUALI ; 2003), qui a réalisé des travaux sur le fromage au cours de l'affinage du Camembert issu du lait cru collecté localement (FLL) au 20^{ème} jour, soit PH égale à 6.64, et aussi au cours de l'affinage du Camembert issu du lait mixte (FLM) au 20^{ème} jour soit pH égale à 7.10.

La valeur que nous avons relevée est cependant supérieure à la valeur de pH obtenue par (SAOUDI ; 2012) entre 3.96 à 4.12 et (MIETON ; 1995) le pH des valeurs ont été obtenues par (KORA ; 2005) le pH des fromages varie de 6,4 à 6,5 similaires d'échantillon N°4 a leur pH égale à 6.43.

Les valeurs de pH varient d'un échantillon à l'autre, selon la quantité de présure et selon l'état de chèvre (normale, gestation ou lactation) et dépend aussi des conditions de fabrication.

La neutralisation de la pâte, due au développement des levures et notamment des moisissures, contribue à une modification de la texture qui perd son aspect granuleux. Elle induit également une activité maximale de la plupart des enzymes protéolytiques et lipolytiques, confirmant l'action enzymatique accrue de la flore superficielle sur l'élévation du pH. (OUALI ; 2003).

A l'opposé, le pH reste acide pour l'Ech N°2 = 4.34 à cause de déférence du temps entre la traite et la fabrication presque 16 h.

II.2.2. Conductivité

La valeur moyenne de conductivité est 2.15 ms/cm, elle est supérieure à celle donnée par d'autres auteurs à savoir (ABAKAR ; 2012), soit 1.41 % pour utilise 3g de présure par un litre de lait, 1.48 % pour utilise 5g de présure par un litre de lait et 1.30 % pour utilise 7g de présure par un litre de lait.

Elle est inférieure que la valeur obtenue à l'étude (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001), soit 2.86 % et dans la même étude l'Ech N°1 = 2.033 ms/cm et l'Ech N°5 = 3.200 ms/cm est presque similaire pour valeur de conductivité respectivement égale à 1.91 %, 2.9%.

Comme le montre le tableau 13, les valeurs de conductivité varient considérablement entre les cinq échantillons analysés, avec des valeurs entre 1.620 et ms/cm et 3.200 ms/cm.

Nous observons des valeurs de la conductivité plus élevées pour l'Ech n°5 égale à 3.200 ms/cm à cause de l'adjonction de lait frais salé, par contre le reste échantillons 1, 2, 3 et 4 par l'adjonction de lait frais non salé.

II.2.3. Matière sèche

La teneur moyenne de la matière sèche du *Jben* des cinq échantillon est 23.05g/100g, cette valeur qui est inférieure à celle obtenue par (OUALI ; 2003), soit 42.72 à 47.46 g/100g qui a réalisé des travaux sur le fromage au cours de l'affinage du Camembert issu du lait cru collecté localement (FLL), soit 41.09 à 46.08 qui a réalisé des travaux sur le fromage au cours de l'affinage du Camembert issu du lait mixte (FLM).

Cette valeur qui est supérieure à celle obtenue par (CLAPS ; MORONE; 2009).

La valeur de matière sèche d'Ech N°5 égale à 23.3 g/100g presque similaire à celle de (SAOUDI ; 2012) soit 23.4g/100g.

La teneur d'extrait sec total (EST%) a été réalisée dans le laboratoire de contrôle de qualité et de conformité " TRUST LAB" Birkhadem –Alger est égale 35 %, elle est supérieure à celles données par d'autres auteurs : (ABAKAR ; 2012), soit 30.77 % et (LUPIEN ; 1995), soit 20 à 25 % par voie fermentaire (acide lactique).

Elle est également inférieure à celles rapportées par d'autres études réalisées dans le monde à savoir celles de (LUPIEN; 1995), avec 60 à 65 % par voie enzymatique (présure), et d'étude (JETAL; 2001), soit 39.06 à 41.35 %.

Concernant l'extrait sec total, nous remarquons une concentration progressive de la pâte fromagère, légèrement plus intense dans le cas du fromage élaboré à partir du lait mixte (FLM). Ceci pourrait être expliqué, par les échanges de produits volatils (eau, ammoniac, acides gras...) entre le fromage et son environnement selon (OUALI ; 2003).

II.2.4. Taux de protéine

Le taux moyen de protéine obtenue (9.8%) est presque similaire à celle rapportées par un travail réalisé à Sénégal par (ABAKAR ; 2012), soit 10.56 % pour utilise 3g de présure par un litre de lait, 11.53 % pour utilise 5g de présure par un litre de lait et 11.55 % pour utilise 7g de présure par un litre de lait.

Elle est supérieure à celle obtenue par (LAHSAOUI ; 2009), soit 6 % pour fromage *Edam*, et aussi fortement inférieure de fromage parmesan qui est égale 39.4 %.

Les résultats obtenus par des autres auteurs dans le monde tels que (KORA ; 2005), la valeur de protéine du fromage traditionnelle *Peulh* est égale 24g, (LUPIEN ;1995), soit 11.8g chez le fromage blanc et soit 25.4g chez le fromage *Gouda*. (DOSSOU et al ; 2006), qui dit les valeurs de protéine du fromage traditionnelle *peulh* entre 33.65 % et 36.03 %, (CLAPS ; MORONE ; 2009), soit 53.88 % pour le *Klila* et par (MIREILLE ; 2008) les valeurs de protéine de 31.21 à 40.91 %.

Et aussi pour les travaux de (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001) sur le fromage frais. Les résultats obtenus sont entre : 15.26 et 16.40%. Ces résultats est défèrent à nous valeurs.

Cette évaluation est confirmée par les valeurs du pH. Pour ce qui est de la composition du lait, ressortent les teneurs butyriques et protéiques. (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001).

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 de la caséine κ . En effet, il est maintenant bien établi que les variants de cette caséine, dont la fréquence diffère fortement d'une race à l'autre. (ABAKAR ; 2012).

Nous pouvons distinguer dans le *Jben*, la teneur en protéines n'a pas considérablement variée et est globalement faible. Toutefois elle est légèrement élevée avec l'Ech 3.

II.2.5. Densité

Au cour de notre travail il n'y a pas eu, à notre connaissance, des travaux antérieurs portant sur le détermination de la densité.

Comme mentionné ci-dessus pour le fromage frais « *Jben* » ne présente pas les valeurs de densité du fromage dépendent de celles du lait cru qui à son tour dépend de la race des animaux et leur type d'alimentation.

Généralement, densité est paramètres les moins variables du « *Jben* ». Cependant, les matières solides totales du « *Jben* » sont le facteur le plus variable car ce dernier dépend de la durée d'égouttage, constituent les principaux composants de l'ensemble des matières solides en « *Jben* », ils sont directement influencés par les variations des matières solides.

II.2.6. Matière grasse

La teneur moyenne de matière grasse est 12 %. Elle est presque identique à celle rapportée (SAOUDI ; 2012) soit 12.08 %.

Elle est aussi presque similaire à celle obtenue par (IBENELBACHYR ; 2011) est 12.25 % pour le minimum dans le fromage frais.

Par rapport d'étude de (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001) qui est réalisée des résultats supérieure a notre résultats, les teneurs entre 22.05 à 25.93 %.

Les résultats obtenus par des autres études tels que (OUALI ; 2003), qui a réalisé des travaux sur le fromage au cours de l'affinage du Camembert issu du lait cru collecté localement (FLL), qui est la teneur entre 20 à 23 %, et aussi au cours de l'affinage du Camembert issu du lait mixte (FLM) qui est la teneur entre 17.50 à 19.50 %. (ABAKAR ; 2012), est obtenue son étude soit 14.24 % pour utilise 3g de présure par un litre de lait, 13.10 % pour utilise 5g de présure par un litre de lait et 15.25 % pour utilise 7g de présure par un litre de lait. Elle est considéré comme diminue par rapport a la valeur obtenue par (CLAPS ; MORONE ; 2009), soit 13.84 g /100g de fromage pour *Klila* et 30.20 g /100g de fromage pour *Bouhezza*.

Les taux de la matière grasse dans le *Jben* est presque faible par rapport des autres types des fromages.

II.2.7. Humidité

une teneur moyenne de l'humidité est 65 %, elle est supérieure à celle donne par des autre auteurs (SERHANE ; 2008), soit 54.15 %, 49.71 % et 52.63 %.et les resultats obtenue par (OUALI ; 2003) de 57.28% à 53 % (FLL), de 54.20 % à 58.91 %. Elle est inferieure d'étude de (CLAPS ; MORONE ; 2009) sont obtenus a 12.53 % pour le fromage de *Klila* et est presque similaire a les même auteurs soit 64.24 % pour le fromage de *Bouhezza*.(RIAHI ; 2006), est trouve la teneur de l'humidité sont 85 %, 93 % est 99 %.

L'humidité élevée du *Jben* parce que de cette fromage de type frais, c'est à dire la teneur de l'eau plus fournie dans le *Jben*.

II.2.8. Chlorures

Le moyenne de chlorures dans les échantillons du *Jben* est 0.83 % cette valeur est inferieure des autres valeurs qui obtenue par (OUALI ; 2003) entre 1.90 % et 2.60 % pour (FLL), et de 1.6 % à 2.45 % pour (FLM). (SAOUDI ; 2012), est trouve les résultats suivant: 1.04 %, 2.14 %, 2.03 % et 2.3 % pour les différents échantillons. La valeur que nous avons relevée est cependant presque similaire à celle obtenue par (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001), soit 0.79 % et 0.99 % pour différent échantillons de fromage frais.

(CLAPS ; MORONE ; 2009), sont obtenue les teneurs de chlorures a 3g/100g fromage de *klila* et 0.51g/100g fromage de *Bouhezza*. (CASSINELLO ; PEREIRA ; 2001) par d'autres type de fromage sont obtenues à résultats: 0.99 % ,61.46 % et 1.03 %.

II.2.9.Calcium

La valeur moyenne de calcium 90 mg c'est une valeur inférieure par rapport aux quelques types du fromage.

Tableau 15 : Les valeurs moyennes du calcium des différents types de fromage.

types de fromage	<i>permesan</i>	<i>Gouda</i>	<i>cheadder</i>	<i>Fromage blanc</i>
Calcium g	13	82	8	0.7

Source : RAMET ; 1985.

La valeur moyenne de calcium dans le *Jben* faible. Les autres fromages sont une excellente source de calcium. Ils contiennent en fonction de leur mode de fabrication, entre 300 et 1 000 mg de calcium pour 100 g. Le fromage contient aussi d'autres constituants utiles à l'acquisition d'une bonne densité minérale osseuse: phosphore, magnésium, zinc, vitamine D. (ANONYME ; 2007).

II.2.10.Glucide

Les glucides dans le *Jben* sous forme lactose, la valeur moyenne obtenue est 1.5 %.cette quantité très faible, presque similaire a résultat de l'étude de (IBENELBACHYRE ; 2011), est dit la valeur de glucide faible (traces).

Dans une autre étude les valeurs supérieure par rapporte notre étude, 15.08, 15.27 et 13.44 % cette résultat issu des trois différentes races de bovines. (DOSSOU et al ; 2006).

Et aussi pour le travaille de (HAMAMA et al ; 1995), soit 3.99 % et 3.86 % pour le fromage issu de lait recombinaé.

II.3. Les Problème rencontré au cours de fabrication du fromage et les solutions

Pendant la fabrication de notre fromage traditionnel nous avons pratiqué des essais préliminaires qui nous permettons de voire plusieurs problèmes a cause des différents facteurs influés sur notre fabrication. Et pour ce la on 'a décider d'ajouter une rubrique sous le titre : problèmes rencontrer pendant la fabrication avec des solutions.

Tableau 16 : Problème rencontré au cours de fabrication du fromage et les solutions.

Problème rencontré	Causes possibles	Solutions possibles
	Les conditions d'hygiène lors de la manipulation du lait et/ou des ustensiles étaient insuffisantes.	Contrôler avec du papier pH le degré d'acide du caillé.

Le fromage a un gout amer	Une trop grande quantité de présure a été utilisée.	Diminuer la quantité de présure.
	La quantité d'acide produite durant le processus de fabrication était excessive.	Contrôler avec du ph le degré d'acidité du caillé.
	Une quantité insuffisante de sel a été ajoutée dans le caillé.	Augmenter la quantité de sel ajoutée dans le caillé.
Le fromage a un gout assez aigre et acide	Le fromage est trop riche en humidité.	Faire diminuer la teneur en humidité en soignant l'égouttage du caillé.
	La quantité d'acide produite durant le processus de fabrication était excessive.	Contrôler avec du papier pH le degré d'acide du caillé.
Le fromage n'a pas de gout	Le fromage n'a pas été affiné suffisamment longtemps.	Affiner Le fromage pendant la durée indiquée dans la recette, au minimum.
Le fromage n'a pas de gout	La quantité d'acide produite durant le processus de fabrication était insuffisante.	Respecter le niveau d'acidité du caillé préconisé dans la recette et le contrôler au besoin avec du papier pH.
Après 'emprésurage, le lait coagule presque aussitôt alors que la présure n'est pas encore totalement incorporée.	Le lait est trop acide.il ne doit commencer à coaguler qu'au bout de 5 minutes au plus tôt après l'ajout de la présure.	Respecter le niveau d'acidité du caillé préconisé dans la recette et le contrôler au besoin avec du papier pH.

Source : RICKI ; 2012.

Chapitre III : Le fromage

III.1. Historique

L'histoire du fromage remonte à la période liée au début de la sédentarisation de l'homme, à l'apparition de l'agriculture et à la domestication animale. Beaucoup plus tard, les gaulois et les romains consommèrent à leur tour de nombreux fromages de montagne.

Au Moyen-âge, les moines étaient les principaux producteurs de fromage et leurs méthodes de fabrication étaient de véritables secrets. Au XIII^{ème} siècle, les hommes de montagnes s'organisèrent en coopératives fruitières pour réunir suffisamment de lait et fabriquer un fromage de grande forme. (ANONYME ; 2007).

III.2. Définition

Le fromage est défini par le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988 de la manière suivante : « La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse ». La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage. (BRUNO ; 1980).

Le fromage correspond à un véritable moyen de conservation alimentaire, obtenue grâce au jeu croisé de l'élimination plus au moins poussée de l'eau du lait et de la récupération des matières sèches. (MANSOUR ; 2009). Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu. (FAO/OMS ; 1990).

III.3. Classification des fromages de chèvre.

Le grand critère de différenciation des familles de fromage réside dans le type de caillage :

- ✓ Lactique.
- ✓ à la présure.
- ✓ mixte à tendance lactique ou présure plus ou moins prononcée.

La grande majorité des fromages de chèvre est obtenue par une coagulation mixte de type lactique ou « coagulation lente ». Ils entrent dans la catégorie des fromages à pâte molle

et à croûte fleurie. A côté on trouve d'autres variétés, dont la coagulation est de type présure ou « coagulation rapide ». (BRUNO ; 1980).

III.4. Fiche d'identité

- Nom : Le fromage.
- Origine : Le lait.
- Familles : 8 familles différentes.
- Variétés : Plus de 400 fromages en France.
- Durée de fabrication : De 48 heures à plusieurs mois. (ANONYME ; 2007).

III.5. La coagulation

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait. Dans la pratique, cette déstabilisation est réalisée de deux manières :

- Par voie enzymatique à l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la présure.
- Par voie fermentaire à l'aide de bactéries productrices d'acide lactique (bactéries lactiques contaminant à l'état naturel le lait ou apportées sous forme de levains).

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

L'aptitude à l'égouttage, dont dépendent les caractéristiques physico-chimiques du fromage non affiné, est déterminée également de façon spécifique. (RAMET ; 1985).

Dans les techniques fromagères classiques, les deux modes de coagulation ne sont jamais utilisés séparément, seule varie l'importance relative de leur action coagulante respective. Cette distinction permet de classer les fromages en trois grandes catégories:

- Les pâtes fraîches qui résultent d'une coagulation à caractère lactique prédominant.
- Les pâtes pressées qui résultent d'une coagulation à caractère présure prédominant.
- Les pâtes molles qui résultent d'une coagulation à caractère mixte. (RAMET ; 1985).

III.5.1. Coagulation par voie enzymatique

Mécanisme d'action d'après. (RAMET ; 1985).

Le mécanisme d'action des enzymes coagulantes lors de la coagulation du lait est bien connu. Schématiquement, lors de la réaction d'hydrolyse, un fragment de la caséine, le caséinopeptide est dissocié de la micelle et éliminé dans le lactosérum ; le phénomène peut être résumé comme suit :

Phosphocaséinate de Ca → Phosphoparacaséinate de Ca⁺ caséinopeptide soluble.

Soluble

Protéase coagulante

Insolubl

III.5.1.1. Les enzymes coagulantes d'origine animale (La présure)

Plusieurs protéases d'origine animale sont utilisées pour la fabrication des fromages; toutefois, la présure est de très loin la plus employée. Diverses pepsines peuvent être choisies, mais leur usage est plus restreint. Enfin, l'emploi de trypsine et de chymotrypsine n'a pas dépassé le stade expérimental. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.1. Origine

La présure de veau est l'agent coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait en vue de la fabrication de la majorité des fromages ; de petites quantités sont produites à partir de l'estomac de chevreau et d'agneau.

La dénomination “présure” est donnée à l'extrait coagulant provenant de caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage. Elle contient en réalité deux fractions actives : l'une majeure constituée par la chymosine, l'autre mineure, par la pepsine.

La sécrétion de chymosine s'arrête au moment du sevrage, lorsque des éléments solides sont présents dans la ration alimentaire ; la production de pepsine s'accroît alors très fortement et devient dominante. L'activité protéolytique de l'enzyme, qui est sécrétée à l'état d'un précurseur inactif, est accrue considérablement à la suite d'une hydrolyse partielle dans le milieu acide stomacal. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.2. Préparation

Après collecte, les caillettes, préalablement nettoyées, sont séchées, salées ou congelées pour conservation, jusqu'à extraction de la présure.

Cette opération est réalisée par macération des estomacs, découpés dans une solution salée pendant quelques jours, le pH étant ajusté à 5,0–5,5 pour favoriser l'activation de la prochymosine.

Le jus de macération est ensuite clarifié à l'alun, puis filtré. La standardisation de la force, du pH, de la teneur en NaCl, de la couleur est effectuée finalement parallèlement à l'ajout de conservateurs autorisés par la réglementation.

La force de la présure est exprimée par un rapport entre une unité de poids et (ou) de volume de présure, capable de coaguler un nombre d'unités correspondantes de lait dans des conditions définies de température et de temps. Ces conditions sont différentes selon la méthode réglementaire de référence adoptée. En France, la méthode officielle est celle de Soxhlet ; elle précise que la coagulation doit intervenir à 35° C après 40 minutes.

Conservés à température ambiante, les extraits liquides perdent lentement leur activité, ils doivent être conservés au froid (0–5° C). Il existe également des présures sèches (poudre ou comprimé), mieux adaptées à la conservation, mais moins pratiques à l'emploi ; elles sont obtenues par relarguage au sel d'extraits liquides.

Diverses expérimentations ont été également développées pour la production de présure à partir d'animaux fistulés ; le rendement unitaire en présure apparaît être plus élevé que celui des caillettes traitées par la méthode classique ; toutefois le coût opératoire, les risques cliniques et les servitudes d'exploitation limitent l'intérêt et le développement de ce procédé.

Au plan artisanal, l'utilisation de présure commerciale n'est pas généralisée. La caillette peut servir à la préparation de présures dites naturelles, obtenues par macération dans du lactosérum, ce milieu apportant alors à la fois enzymes coagulantes et bactéries lactiques nécessaires à la coagulation. Enfin, la caillette peut être immergée directement dans le lait à transformer. Ces divers procédés présentent l'inconvénient d'être peu reproductibles, en raison des variations de concentration en principe actif, consécutif à l'épuisement progressif des caillettes en enzymes. (RAMET ; 1985).

III.5.1.1.3. Propriétés

La chymosine hydrolyse la caséine, et possède une double activité :

- une activité élevée sur la caséine Kappa qui conduit à la déstabilisation micellaire au cours de la phase de coagulation.
- une activité faible de protéolyse générale sur les différentes fractions caséiniques qui intervient essentiellement pendant l'affinage du fromage.

Comme toutes les enzymes, l'activité protéolytique de la présure est fortement influencée par les facteurs de milieu qui conditionnent à la fois l'état du substrat et son environnement : la mesure du temps de floculation permet de mettre en évidence ces interactions. (RAMET ; 1985).

III.5.2. Les enzymes coagulantes d'origine végétale

On connaît de très nombreuses préparations coagulantes provenant du règne végétal ; elles sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieures. Parmi les espèces européennes, on peut citer le gaillet, l'artichaut, le chardon qui ont été et (ou) sont encore utilisés dans des fabrications de fromages fermiers, en particulier dans l'ouest du bassin Méditerranéen.

D'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales : les plus connus sont les ficines, extraites du latex du figuier, la papaine, extraite des feuilles du papayer, la bromélaïne, extraite de l'ananas.

D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée, qui se traduit par l'apparition des inconvénients technologiques majeurs précédemment signalés.

L'activité coagulante est d'autre part très variable car elle est fortement influencée par l'état de maturité de la plante et par les conditions de collecte et de stockage. De ce fait, l'emploi de ces protéases coagulantes est toujours resté limité aux aires locales de production. (RAMET ; 1985).

III.5.3. Les enzymes coagulantes d'origine microbienne

Depuis une trentaine d'années, une puissante industrie de transformation s'est développée dans le monde ; elle produit des substances variées, dont une grande quantité d'enzymes qui trouvent de nombreuses applications dans des secteurs industriels variés, et en particulier des protéases susceptibles de coaguler le lait.

Des protéases d'origine bactérienne provenant de cultures en fermenteurs de Bacilles et de Pseudomonas ont donné en général des résultats décevants en raison de leur activité protéolytique généralement très élevée : aussi l'utilisation de ces enzymes bactériennes n'a pas dépassé le stade expérimental; aucune préparation n'est commercialisée.

Les enzymes d'origine fongique, au contraire, ont donné des résultats meilleurs, souvent comparables à ceux obtenus avec la présure; plusieurs préparations sont déjà commercialisées sur le marché international et utilisées à plus ou moins grande échelle selon les pays.

Ces préparations proviennent de trois genres de moisissures : *Endothia parasitica* (*E.p.*), *Mucor pusillus* (*M.p.*), *Mucor miehei* (*M.m.*). (RAMET ; 1985).

III.6. Les étapes de fabrication

III.6.1 L'emprésurage

C'est l'ajout de la présure dans le lait afin qu'il puisse cailler. Ces deux ingrédients produisent alors l'acidité nécessaire pour que les protéines s'assemblent et donnent le fameux aspect mi-solide du lait caillé. (RICKI ; 2012).

III.6.2 Le caillage

Le lait va passer de l'état liquide à l'état solide. (ANONYME ; 2007). Des ferments lactiques ou de la présure sont ajoutés au lait pour provoquer sa coagulation il va alors se scinder en deux :

- « le caillé » (la partie solide), qui va servir à faire les fromages.
- « le petit lait » (partie liquide), utilisé pour l'alimentation du bétail. (RICKI ; 2012).

III.6.3. L'égouttage

Le caillé doit être séparé du petit-lait (lactosérum). De cette intervention délicate dépendent la qualité et la conservation du fromage. Bien égoutter est un art.

Quand le caillé est à caractère lactique, l'égouttage est spontané, car les grains de caillé sont perméables. Par la pression, le petit-lait peut-être expulsé. Cela dure plusieurs heures.

Pour l'égouttage des caillés à caractère présure, la masse coagulée doit être rompue par des opérations de tranchage (tranche-caillé), brassage plus pressage qui permettront de séparer le petit-lait. En même temps que le caillé est tranché, il est chauffé (la température dépend du type de fromage). (RICKI ; 2012).

III.6.4. Le moulage

Le moulage modèle le fromage dans sa forme définitive. Pour les pâtes molles, on verse le caillé au moyen de louches, poches ou écremettes dans des moules perforés placés sur des tables, afin que le sérum s'écoule. Les pâtes pressées cuites sont moulées dans des formes à fond de bois et le caillé est enveloppé dans une toile de lin. (RICKI ; 2012).

III.6.5. Le salage

Après avoir démoulé les fromages, on vérifie éventuellement que le fromage soit suffisamment égoutté.

Ensuite, on sale : soit au sel fin, à la volée, soit par immersion du fromage dans un bain de saumure saturée en sel.

Le sel joue un triple rôle :

- Il exerce une action antiseptique (de maîtriser le développement de micro organismes spécifiques).
- Il détermine, selon sa répartition dans la pâte et en surface, l'aspect et le goût du fromage.
- Il participe à la formation de la croûte. Il est nécessaire à la conservation. (RICKI ; 2012).

III.6.6. L'affinage

Pour les fromages blancs, les opérations s'arrêtent avec l'égouttage. Pour tous les autres, commence l'affinage.

Une maturation biologique qui dure plusieurs jours à plusieurs mois. Elle exige de l'affineur le bon geste au bon moment, une attention aiguisée, de la patience dans l'atmosphère contrôlée des caves ou des hâloirs. C'est la phase ultime de la fabrication des fromages, c'est aussi la plus complexe. (RICKI ; 2012).



Figure 8 : L'égouttage.



Figure 9 : Le moulage.



Figure 10 : Le salage.



Figure 11 : L'affinage.

Source : RICKI ; 2012.

III.7. Les grandes familles du fromage

Les 400 sortes du fromages français appartiennent à huit familles. Une même famille peut réunir des fromages conçus avec des laits d'origines différentes : vache, chèvre, brebis. Chacune déroule une longue histoire, reliée à un terroir, un mode de fabrication, une forme bien particulière. (ANONYME ; 2007).

III.7.1. Le fromage frais

Doux comme un désert, ni affiné, ni fermenté, il se consomme du matin au soir, sucré ou salé.

Les spécialités : Cabrion, Bougrefin, Brousse au lait de vache ou de chèvre, Fromage blanc, Faisselles. (ANONYME ; 2007).



Figure 12 : Le fromage frais.



Figure 13 : Le fromage à pâtes molles à croûte fleurie.

Source : RICKI ; 2012.

III.7.2. Les fromages à pâtes molles à croûte fleurie

Onctueux sans être coulant, il est recouvert d'un duvet blanc; Il termine bien le repas.

Les spécialités : Saint Marcellin, Saint Félicien, briques de chèvre ou de vache. (ANONYME ; 2007).

III.7.3. Le fromage de chèvre

Forcément au lait de chèvre, il s'apprécie frais, tendre, demi sec ou carrément dur. Sa présentation varie : bûche, cylindre, pyramide, pavé, il est parfois aromatisé, roulé dans une feuille de vigne ou cendré. Excellent sur un plateau, dans une salade ou une tarte salée.

Les spécialités : Picodon, Charollais, bûches. (ANONYME ; 2007).

III.7.4. Le fromage à pâte persillée

De fines marbrures dans une pâte molle, lisse et grasse, ce fromage " bleu " est fait au lait de vache, excepté le Roquefort, au lait de brebis. Son goût original lui donne de multiples occasions d'être cuisiné de l'entrée au dessert.

Les spécialités : fourme de Montbrison, Doucet bleu, Bleu du Vercors, Bleu de Termignon. (ANONYME ; 2007).

III.7.5. Le fromage à pâte pressée non cuite

Sa croûte dure cache une pâte souple à la saveur subtile, qui se marie aux salades et préparations chaudes.

Les spécialités : Tomme des Monts, Tomme du Beaujolais, Tomme de Savoie, Reblochon. (ANONYME ; 2007).



Figure 14 : Le fromage à pâte persillée.



Figure 15 : Le fromage à pâte pressée non cuite.



Figure 16 : Le fromage à pâte pressée cuite.



Figure 17 : Le fromage à pâte molle à croûte lavée.

Source : RICKI ; 2012.

III.7.6. Le fromage à pâte pressée cuite

Sa saveur fruitée révèle une maturation lente et longue.

Grignoté à toute heure ou fondu dans des sauces, des gratins, des entrées chaudes, il est à l'aise partout. Le Beaufort et le Comté, deux pâtes pressées cuites fabriquées dans la région, font partie des fleurons de cette famille.

Les spécialités : Emmental, Beaufort, Gruyère, Comté. (ANONYME ; 2007).

III.7.7. Le fromage à pâte molle à croûte lavée

Plus longuement affiné que les premiers, lavé et brossé, son goût a pris le temps de s'affirmer. Sa pâte est onctueuse, sa croûte moelleuse est parfois rouge orangée. La note finale et corsée d'un repas rustique.

Les spécialités : Munster, Epoisses, Langres. (ANONYME ; 2007).

III.7.8. Le fromage fondu

Crème de gruyère ou autre fromage en portions, il se tartine facilement. Ce fromage fondu obtenu à partir d'un ou plusieurs fromages à pâte pressée a un goût très doux.

Les spécialités : La vache qui rit. (ANONYME ; 2007).

Conclusion générale

A travers cette étude, nous apportons notre contribution à la caractérisation physico-chimique du fromage traditionnel au lait de chèvre fabriqué dans la région d'El oued, cette caractérisation est portée sur quelques analyses et abouti aux conclusions suivantes.

Pour ce qui des analyses physico-chimiques, celle-ci ne marque pas une différence notable entre notre fromage traditionnel du lait de chèvre et d'autre fromage traditionnel. Ce dernier étant pris comme fromage de référence.

D'une manière générale, cette étude (les cinq échantillons de fromage de chèvre) a permis de décrire les résultats suivants : un extrait sec total de 35%, avec un taux d'humidité de 65%. Ils ont un pH moyen d'environ 5.48, un taux de protéine de 10.6, un taux de glucides 1.5%, un taux de matières grasses 12%, un taux de chlorures 0.83% et le calcium égale 90mg/100g (selon le laboratoire d'analyse).

Concernant le rendement quantitatif (le poids) de notre fromage, nous avons enregistré la valeur de 75g/0.5 l du lait, comme valeur minimum et la valeur de 124g/0.5 l comme maximum. Ces résultats sont dans les normes requises.

L'ensemble des résultats auxquels a abouti notre étude constitue une contribution de la caractérisation physico-chimique du fromage traditionnel de chèvre, qui mérite d'être complétée par d'autre étude.

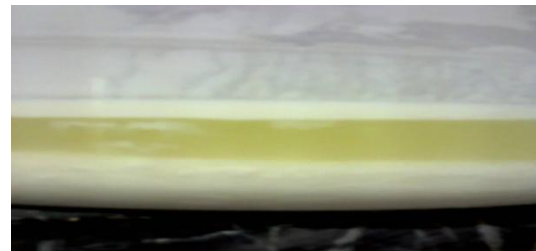
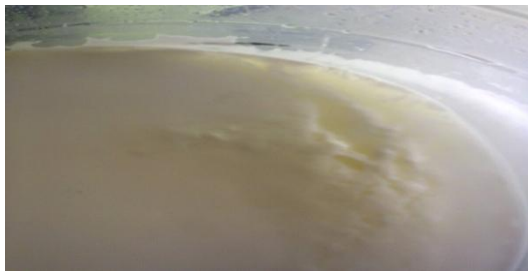
En perspective il est intéressant :

- D'élargir l'analyse physico-chimique sur les différentes méthodes de fabrication du fromage traditionnel de chèvre.
- D'étudier les différents facteurs qui influent directement sur les caractéristiques du fromage (race, alimentation, environnement, le temps de fabrication...).
- De faire des séances de vulgarisation pour les éleveurs, les producteurs et les agriculteurs sur l'importance des chèvres et du lait.

Illustration de différentes étapes de fabrication de notre fromage de chèvre



L'emprésurage.



Début de coagulation.

Différentes phases d'évolution.



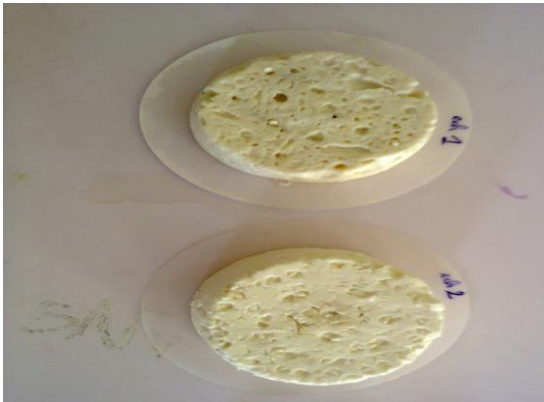
Le moulage.



Les formes finales du *Jben*.



Mesure les poids du *Jben*.



Rapport d'analyse physico-chimique.

**LABORATOIRE DE CONTRÔLE DE LA QUALITE "TRUST LAB"
D. FEKKANE . TOUATI**

Autorisé par Décision du Ministère de commerce N° 74/2006

Villa N°27 El Afak Djenane Sfari - Birkhadem - Alger

Tél / Fax : 021 45 23 06 Mob : 0550 53 01 68

RAPPORT D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N° d'inscription au laboratoire : 399/2013

Nom du client : ZAATER Abdelmalek

Adresse : Taghzout - El Oued

Nature de l'échantillon : Fromage de chèvre frais

Prélevé le : 14/03/2013

Reçu le : 14/03/2013

Lot N° : /

N.B : Le résultat du rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse (NORME EN 17025).

Détermination	Résultats	Méthodes
PH	5,48	Potentiométrique
% HUMIDITE	65	Etuvage
% EXTRAIT SEC TOTAL	35	Etuvage
% CHLORURES	0,83	Titrimétrie
% MATIERE GRASSE	12	Acido-butyrométrique
% PROTEINES	10,6	Kjeldahl
% GLUCIDES	1,5	Dosage
CALCIUM (mg)	90	Spéctroscopie

Conclusion : Pour les paramètres recherchés le produit est satisfaisant.

Birkhadem le : 21/03/2013

La Gérante
D. FEKKANE TOUATI



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABAKAR M; (2012).** Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache, coagulé par la papaïne naturelle. Mem.Master. Université Cheikh anta diop de DAKAR. 31p.
2. **AGRESTE A; (2008).** La chèvre. GEB Institut de l'Élevage. France.1-9.
3. **AGRESTE F; (2008).** Le lait de chèvre. GEB Institut de l'Élevage. France.1-2
4. **ANONYME; (2006).** La voix du paysan. L'élevage des chèvres. Document SECAAR. n°77 et n° 80.
5. **ANONYME; (2007).** Le fromage dans l'enfance, du calcium++ pour la croissance. Fromage et santé. Institut de fromage et santé. EFSA. 24p. p10.
6. **ANONYME; (2011).** La fabrication de fromage Le Rocamadour. Mem. Magister.99p.
7. **ANONYME; (2007).** Le fromage. La fabrication du fromage.Doc. France. 16p.
8. **BERRASSAL K; (2002).** Fromage au lait cru de chèvre. Agridoc. PLD. GRET. Tchad.1-7.
9. **BOUBEZARI M; (2010).** CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES ET MYCOLOGIQUES DU LAIT CHEZ QUELQUES RACES BOVINES, OVINES ET CAPRINES. DANS QUELQUES ELEVAGES DE LA REGION DE JIJEL. Mém. Magister. Université de Constantine.112p.
10. **Bradford MM A; (1976).** A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. Academic Press. Vol. 72 (57): 248-254.
11. **Bruno Z; (1980).** LE FROMAGE DE CHÈVRE : SPÉCIFICITÉS TECHNOLOGIQUES ET ÉCONOMIQUES. *Mem. Docteur. Université de Toulouse.*Paris.78p.
12. **CASSINELLO J; PEREIRA S; (2001).** La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la Serra do Caldeirao. Zaragoza : CIHEAM. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 46. P : 157- 161.
13. **CLAPS E ; MORONE G; (2009).** Développement de la filière laitière et fromagère en Algérie. Co RFiLaC. APQ. Algérie. p : 57-77.
14. **DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES; (2012).** Statistique de campagne agricole. Doc. El Oued.4p.

15. **DOSSOU J; HOUNZANGBE A; SOULE H; (2006).** PRODUCTION ET TRANSFORMATION DU LAIT FRAIS EN FROMAGE PEULH AU BENIN. Guide de bonnes pratiques. Université d'Abomey-Calavi. GRET. BENIN.33p.
16. **FAO/OMS ; (1990).** Archive de documents de FAO. Rome.
17. **FELIACHI K; (2003).** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Point Focal Algérien pour les ressources génétiques.1-46
18. **HAMAMA ET et al; (1995).** Préparation de fromage frais à partir de lait recombiné. Mem. Magister. Acte. inst. Agron. 10101. Maroc. Vol.15 (4).26p.
19. **IBNELBACHYR M; NOUTFIA Y; ZANTAR S ; (2011).** Aperçu sur le secteur de fabrication de fromage de chèvre dans la région d'Ouarzazate. Zaragoza : CIHEAM / FAO / CITA-DGA Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 100. P : 305- 310.
20. **KORA S; (2005).** Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. mémoire d'ingénieur agronome. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 33p.
21. **LAHSAOUI S; (2009).** étude du procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (KLILA). Mem. Ing. Agronomie. Université de BATNA. P12.
22. **LINNAEUS C; (1758).** Tomus I. Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. Holmiae. (Laurentii Salvii). 1-4, 824.
23. **LUPIEN J; (1998).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Division de l'alimentation et de la nutrition. Archive de documents de FAO.Rome.
24. **MANSOUR S; (2009).** étude de la levure *yarrowia lipolytica* dans un écosystème fromager par une approche transcriptomique. Mem. Doctorat. Agro.paris.tech.218p.
25. **MIETTON B; (1995).** La typologie des fromages, Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agriculture et Agroalimentaire Canada. 245p.
26. **MOUALEK I; (2010).** Caractérisation du lait chèvre collecté localement séparation chromatographique et contrôle électrophorétique des protéines. Mém. Magister. Université Tizi-ouzou.72p.
27. **OUADGHIRI M; (2009).** Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « *Lben* » et « *Jben* » d'origine marocaine. Thèse. Doctorat. Université Mohammed V –Agdal. Rabat. 132p.

28. **OUALI S; (2003).** Qualité du fromage a pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de *Draa Ben Khedda* : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage. Mem. Magister. Université Mentouri Constantine. P: 60.61.62.
29. **QUITTET E; (1975).** guide de l'elveur. la maison rustique. Paris.288p.
30. **RAMET J P; (1985).** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO Production et Sante Animales 48. Archive de documents de FAO. Rome.
31. **RICKI C; (2012).** fromages maison.marabout. Paris. p. 13. 46. 51. 95.103.115.122.180.182. 223p.
32. **RIAHI M; (2006).** modélisation de phénomènes microbiologiques, biochimiques et physico-chimiques intervenant lors de l'affinage d'un fromage de type pâte molle croûte lavée. Mem. Doctorat. Ecole Doctorale ABIES. Sénégal. p 64. 65.
33. **SAOUDI Z; (2012).** Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel algérien « *bouhazza* » de ferme. Mem. Magister. Université de Constantine. 90p.
34. **SARHAN M; (2008).** Valorisation durable des laits de chèvre de la région du Nord Liban. Transformation en fromage *darfiyeh* et établissement des caractéristiques physicochimique microbiologiques en vue de création d'une appellation d'origine. Mem. Docteur. Institut National Polytechnique de Lorraine. France.199p.

35. **Site internet**
<http://www.universalis.fr/encyclopedie/chevre>. consulter le 22/02/13.
<http://www.petit-elevage.over-blog.com> consulté le 22/02/13.
<http://www.www.kabylie.unblog.fr>. consulter le 22/02/13.

