



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

*Contrôle de la qualité physico-chimique et
microbiologique du fromage frais produit par la
laiterie d'ARIB*

Présenté par

M^{elle} : HADDOUCHE Meriem & M^{elle} : ZAOUI Khadidja

Devant le jury :

Président : M ^r DAHMANI A	MAA	USDB1
Examinatrice : M ^{me} ABDELLAOUI L	MAA	USDB1
Promotrice : M ^{elle} TARZAALI D	MAB	USDB1
Co-Promotrice : M ^{me} TADJINE N	Ingénieure d'état	USDB1

Année : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nos remerciements vont à notre promotrice **M^{elle} TARZAALI Dalila**, maitre assistante à ISV de Blida pour son accueil chaleureux, son aide, sa présence et ces précieux conseils. Sa gentillesse et ces commentaires précieux, qui nous ont permis de surmonter toutes les difficultés que nous avons rencontré.

Nos remerciements vont à notre Co-promotrice **M^{me} TADJINE N**, ingénieure d'état à ISV de Blida.

Nos remerciements sont adressés également aux membres du Jury qui ont pris le temps et ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre très grande considération, et notre profond respect à **M^r DAHMANI A** maitre assistante à ISV de Blida, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury malgré toutes ses responsabilités et ses nombreuses occupations et à **M^{me} ABDELLAOUI L** maitre assistante à ISV de Blida, qui nous a fait l'honneur d'examiné ce mémoire.

Nous remercions **M^r KADAOUI. S**, Chef service du laboratoire du contrôle de qualité de laiterie d'ARIB pour son aide et ses conseils.

Enfin nous ne terminerons pas sans remercier tous les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin.

 *Dédicaces* 

Avec tout l'amour qui se trouve dans mon cœur,

je dédie mon travail à mes parents qui m'ont aidé à suivre le chemin de la science, qui m'ont encouragé durant toute ma vie à m'abreuver à la source des connaissances et qui n'ont pas cessé de sacrifier leur bien être pour ma réussite et mon bonheur.

A la mémoire de mon frère Farouk qui nous a quitté sa fait deux ans

A mon petit frère; AYmen

A ma grand-mère ;Aicha

*A tous mes oncles, mes tantes et à toute la famille HADDOUCHE
et la famille SELIM*

*A tous mes cousins et mes cousines en particulier ; YASMINE ,
HIBA ,ROMAISAA, LOUBNA ,HAKIM , MOUNIR et AHMED*

*A mes amies ; RACHDA, BASMA , ASMA ,FADHILA , RYMA,
MERIEM , AMINA , AMIRA, AFFAF , SALMA et SABRIN*

A mon binôme; KHADIDJA

*A tous mes CAMARADES pour tous les moments que nous avons partagé depuis
tant d'années.*

Meriem



Dédicaces



Disposant d'une seule page, il m'est très difficile de dédier ce travail tant sont nombreux: tous ceux qui me sont chers. qui mériteraient d'être cité.

*Avant tout je dédie ce fruit de 18 ans d'études pour un être qui pour lui j'ai réussi. Et que J'ai promis de réaliser leur rêve. **A mon chère papa** qui ma quitté, mais il est toujours vivant dans mon esprit (Allah yarhmo). Papa Reçoit ici la reconnaissance bien forte de ta fille.*

***A ma très cher maman et mon chère frère mouhamed** : Grâce à leurs amour et leurs tendres encouragements et soutient de tous les moments, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.*

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, et de les protéger en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

***A mes chers frères** : Ismail et Youssef*

***A mes chères sœurs** : Zola, Meriem et Habiba et mes belle sœur Hadjer et Zoulikha*

A mon oncle, mes cousins et cousines

***A MON FIANÇÉ** : Zakaria pour avoir supporté les moments difficile, et de ma soutenir et pour partager maintenant ce moment de bonheur inchaaAllah.*

***A mon adorable petit frère** : Tayeb*

***A tous mes amis**, que j'apprécie beaucoup en particulier Hadjer , Somiya, Nesrine*

***A mon binôme** : Meriem ; j'espère que notre amitié durera pour toujours.*

A mes camarades de promotion 2016.

Khadidja

Résumé

RESUME

Notre travail a pour but d'étudier un produit laitier : Fromage frais, qui est un mélange de pâte maigre avec la crème fraîche. Cette étude consiste à faire un contrôle physico-chimique et microbiologique de la matière première (Lait cru), de produits en cours de fabrication (lait caillé, pâte maigre, crème fraîche). Enfin un contrôle physico-chimique et microbiologique du produit fini au cours de sa conservation à deux températures de stockage (à 6°C et à 22°C) pendant 21 jours.

Les résultats de différents analyses ont révélé une bonne qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru, du lait caillé ,de la pâte maigre, pâte fraiche et du produit fini (fromage frais).

Les résultats obtenus de fromage frais stocké à 6°C montrent que les paramètres recherchés (Extrait Sec Total, matière grasse et le pH) sont conformes aux différentes normes (Normes établies par AFNOR 1986 et Normes établies par le J.O.R.A n°35 daté du 27 Mai 1998). Nous avons également obtenu une stabilité de la qualité microbiologique de ce produit durant les 21 jours de stockage Par contre, les analyses des paramètres microbiologiques de ce produit stocké à 22°C pendant 21 jours a montré : un pouvoir microbien important vis-à-vis de certains germes recherchés (Levures, Coliformes totaux et Coliformes fécaux) dès le 4^{ème} jour après la conservation jusqu'à la 3^{ème} semaine provoquant un gonflement des pots de conditionnement . Sur le plan économique, ce produit a présenté un coût raisonnable pour l'unité d'ARIB (O.R.L.A.C).

Mots-clés : Fromage frais, qualité physico-chimique et microbiologique, stockage, stabilité .

ABSTRACT

Our work aims to study a dairy product: fresh cheese, which is a mixture of thin dough with fresh cream. This study consists in a physico-chemical and microbiological control of raw materials (raw milk), in-process products (curd, thin dough, fresh cream). Finally, a physico-chemical and microbiological control of the final product during storage at both storage temperatures (6 ° C and 22 ° C) for 21 days.

The results of the various checks revealed good physico-chemical and microbiological quality of raw milk, a good physico-chemical and microbiological quality of curd, thin pasta, fresh pasta and finished product (fresh cheese)

The results obtained from stored cheese at 6 ° C confirms that the studied parameters (Total dry substance, fatty material and pH) are completely conform with various standards (Standards established by AFNOR 1986 and Standards established by the JORA No. 35 dated on 27 May 1998). We also got a stability of microbiological quality of the product during the 21 days of storage. in addition , monitoring the microbiological characteristics of the product stored at 22 ° C for 21 days showed: a significant microbial power opposite to some germs sought (yeasts, total Coliforms and faecal coliforms) from the 4th day after conservation until the 3rd week causing swelling packaging pots. Economically, this product presented a reasonable cost for ARIB unit (O.R.L.A.C).

Key word: **Fresh cheese, quality, storage, stability.**

LISTE DES ABREVIATIONS

Abs : absence.

AFNOR : Agence Française de Normalisation

°C: Degré Celsius.

Ca/P: calcium / phosphore.

Ca: calcium.

CF: Coliformes fécaux.

Cl : chlore.

CT: Coliformes totaux.

D/C : Double concentration.

DM : Dilution Mère.

Ed : Edition.

EPT: eau peptonnée tamponnée.

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : extrait sec total.

FAO: Food and Agricultural Organization.

g: gramme.

g / l : gramme par litre.

G/S: gras / sec.

H : heure.

H : humidité du fromage.

IND : indénombrable.

JORA : journal officiel de la république Algérienne.

K : potassium.

L : litre.

MG : matière grasse.

Mg : Magnésium.

mg : milligramme.

Min: minute.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

µm : Micromètre

Liste des abréviations

N° : numéro.

Na : Sodium.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

O.R.L.A.C : Office Régional Laitière Algérie Centre.

P : phosphore.

PCA: Plate Count Agar

pH : potentiel hydrogène.

% : Pourcentage.

S/C : Simple concentration.

***sel** : chlorure de sodium, additionnée éventuellement de carbonate de calcium et /ou de magnésium en quantité limité.

SM : Solution Mère.

Spp :

St : Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus.

Staph aureus: Staphylococcus aureus.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre Hydrométrique.

TSE : Tryptone Sel Eau.

U : Unité.

UFC : Unité Formant de Colonie.

UHT : Ultra Haute Température.

VF : Viande de Foie.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Flore du lait cru.

Tableau II : Comparaison entre trois systèmes de classification des fromages.

Tableau III : Classification des principaux fromages.

Tableau IV : Rôles des ferments lactiques en fromagerie.

Tableau V : Caractéristiques et aptitudes des bactéries lactiques.

Tableau VI : Rôles des ferments lactiques en fromagerie.

Tableau VII: Caractéristiques et aptitudes des bactéries lactiques.

Tableau VIII: Différents produits à analyser.

Tableau IX : Analyses physico-chimiques effectuées sur l'ensemble des échantillons prélevés.

Tableau X : Milieux de cultures, température et temps d'incubation des germes recherchés au niveau de l'ambiance et des pots de conditionnement (J.O.R.A.n°35 Mai 1998).

Tableau XI : Germes recherchés dans les différents échantillons.

Tableau XII : Résultat physico-chimique du lait cru.

Tableau XIII : Résultat physico- chimique du lait caillé.

Tableau XIV: Résultat physico-chimique de la pate fraiche.

Tableau XV : Résultat physico-chimique du produit fini.

Tableau XVI: Résultat microbiologique du lait cru.

Tableau XVII : Germes recherchés par rapport aux normes.

Tableau XVIII : Résultat microbiologique du lait caillé.

Tableau XIX : Germes recherchés par rapport aux normes.

Tableau XX : Résultat microbiologique du lait maigre après pasteurisation.

Tableau XXI : Germes recherchés par rapport aux normes.

Tableau XXII : Résultat microbiologique de la crème fraiche après pasteurisation.

Tableau XXIII : Fermes recherchés par rapport aux normes.

Tableau XXIV : Résultat microbiologique du produit fini.

Tableau XXV : Germes recherchés par rapport aux nombres

Tableau XXVI : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini au cours de stockage.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Principal étape de la fabrication des fromages

Figure 2 : Principaux types des fromages artisanaux .

Figure 3 : Schéma de fabrication d'un fromage affiné.

Figure 4 : Illustration schématique de méthode de fabrication des principales préparations laitières traditionnelles en Algérie.

Figure 5 : Produit fini « fromage fais ».

Figure 6 : Détermination de l'acidité du lait cru.

Figure 7 : Détermination de la matière grasse.

Figure 8 : Détermination de la densité de lait cru.

INTRODUCTION	1
---------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS

1.1. Définition.	2
1.2. Valeur nutritionnelle et énergétique du lait.	2
1.3. Différents types du lait.	2
1.1.3. Lait cru.	2
1.2.3. Lait frais pasteurisé.	2
1.3.3. Lait stérilisé	3
1.3.3.1. Lait stérilisé	3
1.3.3.2. Lait stérilisé à UHT.	3
1.4.3. Lait entier, demi-écrémé ou écrémé	3
1.5.3. Lait aromatisé	3
1.6.3. Lait en poudre	3
1.7.3. Lait fermenté	4
1.8.3. Lait supplémentés ou enrichis	4
1.4. Différentes flores du lait cru	4
1.5. Produit de transformation laitière	5
1.1.5. Crème	5
1.2.5. Produit laitier fermentés	6
1.3.5. Beurre	6
1.4.5. Fromage	6

CHAPITRE 2 : L'INDUSTRIE DU FROMAGE

2.1. Définition du fromage.	7
2.2. Historique	7
2.3. Dénomination du fromage	7
2.4. Composition des fromages	8
2.4.1. Eau	8
2.4.2. Protéine	8
2.4.3. Lipide	8
2.4.4. Glucide	8

Sommaire

2.4.5. Calcium	9
2.4.6. Vitamine	9
2.5. Transformation du lait en fromage	9
2.5.1. Coagulation	9
2.5.2. Égouttage	10
2.5.3. Affinage	10
2.6. Topologie fromager	12
2.6.1. Classification du fromage sur le plan de qualité	12
2.6.2. Classification des fromages selon la fabrication	13
2.6.2.1. Fromage blanc (fromage frais)	14
2.6.2.2. Fromage affiné	14
2.6.2.3. Fromage fondu	15
2.7. Fromages artisanaux en Algérie	15
 CHAPITRE 3 : FROMAGE FRAIS	
3.1. Définition	16
3.2. Composition du fromage frais	16
3.3. Classification des fromages frais	16
3.3.1. Fromage blanc	16
3.3.2. Fromage « demi-sel »	17
3.3.3. Fromage fondu à tartiner	17
3.3.4. Petit suisse	17
3.4. Matières utilisées au cours de la fabrication du « petit-suisse »	17
3.4.1. Matière première « Lait cru »	17
3.4.2. Crème fraîche	18
3.4.3. Poudre de lait	18
3.4.4. Ferments lactiques	18
3.4.4.1 Différents types de ferments lactiques	20
3.4.4.2. Ferments lactiques du fromage frais	20
4.5. Présure	21
5. Conditionnement et stockage à froid	22
6. Traitement du produit fini	22
6.1 Incorporation de la crème	22
6.2 Conditionnement	22

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Lieu et période de stage	23
2. Matériel et méthodes	23
2.1 Matériel	23
2.2 Méthodes	24
3. Résultats et discussion	35
Conclusion et recommandation	46
Références bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION

Le fromage est le plus ancien mode de conservation du lait, qui est toujours utilisé à l'heure actuelle (39). Au cours de la dernière décennie sa consommation a augmenté sensiblement dans la plupart des pays, mais reste variante d'un endroit à un autre, cette variation évidente est considérable (17).

En Algérie, les laits fermentés et les fromages sont fabriqués traditionnellement le plus souvent par les femmes à la maison et servent à l'autoconsommation(45).

La transformation du lait en fromage est devenue une activité économique importante (26). L'étude de la qualité bactériologique des fromages revêt une importance considérable en raison de l'utilisation du lait dans leur fabrication ; en effet, toute flore microbienne pathogène présente initialement dans le lait contracté pendant la manipulation du lait au cours de la préparation du fromage, et en mesure de se développer et atteindre des taux dangereux pour le consommateur durant la première étape de la fermentation. En outre, la présence d'une flore pathogène importante et /ou les substances toxiques de son métabolisme dans le fromage doit donc être évitée (33).

Du point de vue santé publique, ce type de produit représente néanmoins un risque non négligeable de toxi-infection alimentaire. Dans ce contexte, nous sommes engagées à évaluer la qualité hygiénique du fromage frais fabriqué au niveau de la laiterie d'Arib situé à Ain- Defla- dont les objectifs sont :

- Evaluer la qualité physico-chimique du fromage frais.
- Evaluer la qualité microbiologique du fromage frais.

CHAPITRE 1

LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS

1.1. Définition

Le lait est une nutrition associée à l'histoire de l'humanité. On retrouve des traces des élevages laitiers 100000 ans avant Jésus-Christ (57).

Le lait est un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre, selon la teneur de la matière grasse et en carotène, il a une odeur peu marquée, mais caractéristique, son goût variable selon les espèces animales, et agréable et douceâtre (42).

1.2. Valeur nutritionnelle et énergétique du lait

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides, sa valeur énergétique est de 700 kcal/litre. Ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée en particulier les sulfures (14). Le lait n'est cependant pas un aliment parfait, car il ne contient pas à l'état naturel de fibres et que son contenu en certains nutriments dont le fer et la vitamine D demeure relativement faible (37).

1.3. Différents types du lait

1.1.3. Lait cru

Le lait cru, est un lait fragile, mais plus onctueux et aromatisé que les autres laits. Il est embouteillé directement à la ferme, après la traite des vaches, ou il est soumis à des contrôles stricts, puis déposé en magasin, au rayon frais. Le lait cru se conserve au maximum 72 heures au frais après mise en bouteille (19).

1.2.3. Lait frais pasteurisé

Le lait frais pasteurisé se trouve également au rayon frais des magasins alimentaires. Pasteurisé, c'est-à-dire chauffé à 72°C pendant vingt secondes, le lait frais est ainsi débarrassé des micro-organismes indésirables. Il peut être entier ou demi-écrémé et se conserve 7 jours à 4°C (20).

Chapitre 1

1.3.3. Lait stérilisé

Selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation (38).

1.3.3.1. Lait stérilisé

C'est un lait conditionné-stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes les microorganismes pathogènes. La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant une vingtaine de minutes (38)

1.3.3.2. Lait stérilisé à UHT

On connaît le principe du lait traité à ultra haute température ou UHT depuis plus d'un siècle. Déjà en 1893, C'est un lait traité par la chaleur, qui doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect, réalisé à 135-150°C pendant 2,5 secondes environ (31).

1.4.3. Lait entier, demi-écrémé ou écrémé

Ces trois catégories correspondent à la teneur en crème présente dans le lait. En effet, à la laiterie, le lait est pasteurisé, puis séparé de la crème grâce à une écrémeuse centrifugeuse. Ce n'est qu'après cette opération que la crème est réintroduite en quantité voulue, soit 3,6g de matières grasses pour 100 ml de lait entière, de 1,5g à 1,8g de matière grasse pour 100 ml de lait demi-écrémé, et moins de 0.5g pour 100 ml de lait écrémé (20).

1.5.3. Lait aromatisé

Cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées à l'avance (54), on a mis sur le marché déjà, à quelque reprise, des laits aromatisés aux fruits, par exemples à la fraise, à l'orange ou à la banane. Toute fois, ces produits n'ont pas obtenu la faveur des consommateurs. L'acidité de ces besoins, nécessaire pour faire ressortir l'arôme, parce qu'elle provoque souvent l'instabilité des protéines du lait au cours du chauffage, compromet leur apparence (11).

1.6.3. Lait en poudre

Le lait en poudre est un lait déshydraté. Il peut être entier, demi-écrémé ou écrémé, l'une des premières descriptions du séchage du lait provient de Marco Polo. Au XII siècle, les

Chapitre 1

Tartares obtenaient un lait desséché en exposant aux rayons solaires de minces couches de lait. Six siècles plus tard, en 1875, Guiraud brevetait en Angleterre un procédé de fabrication de lait en poudre (32).

1.7.3. Lait fermenté

La dénomination lait fermenté est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémés ou non sous forme liquide, concentré ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants tels que la poudre de lait ou les protéines de lait. Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et estensemencé avec des microorganismes caractéristiques de chaque produit. La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des microorganismes qui sont pour la plupart des probiotiques, c'est-à-dire bénéfique pour la santé (21).

1.8.3. Laits supplémentés ou enrichis

A ne pas confondre avec les laits « à teneur garantie en vitamines », les laits supplémentés sont enrichis en vitamines telles que la vitamine A, E, B, D, en calcium, zinc, magnésium, fer, oméga 3, ou encore en fibres. Ces laits répondent à une demande accrue notamment chez les enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes, dont les besoins nutritionnels sont spécifiques (19).

1.4. Différentes flores du lait

De fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. Il contient en principale peu de microorganismes, lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml et moins d'un coliforme/ml), ces microorganismes sont des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores, d'autres germes peuvent être présents dans le lait notamment lorsqu'il est issu d'un animal malade. Le lait peut être également contaminé à la traite, la nature de la flore microbienne du lait cru est à la fois complexe et variable (voir tableau I) (9).

Chapitre 1

Tableau I : Flore du lait cru (9).

Flore banale	-microcoques. -staphylocoques à coagulase négatif. -entérobactéries non toxigenes. - <i>bacillus spp</i>
Flore d'intérêt technologique	-bactéries lactique propionique. -corynébactérie (<i>brevibacterium linens</i>). -levures et moisissures.
Flore d'altération	-B butyriques, coliforme. -psychrotrophes(<i>pseudomonas spp</i> , <i>aeromonas spp</i>). -thermorésistants (<i>bacillus spp</i> , <i>clostridium spp</i>).
Flore pathogenes	- <i>E. coli</i> , <i>staphylocoques aureus</i> . - <i>listeria monocytogène</i> , <i>salmonella spp</i> . - <i>yersinia entrocolitica</i> , <i>brucella spp</i> . - <i>compylobacterium</i> , <i>mycobacterium tuberculosis</i> .

1.5. Produit de transformation laitière

La consommation des produits laitiers a connu une croissance continue; l'Algérie étant le premier consommateur du lait au sein du grand Maghreb (3). Le lait constitue la matière première d'un grand nombre de produits obtenus à l'aide de procédés variés, essentiellement de nature physique et ou biochimique. La conservation du lait et des produits qui en sont issue constitue une préoccupation majeure de la production à la consommation (23).

1.1.5. Crème

Elle Provient d'un écrémage par centrifugation du lait entier. La centrifugation du lait permet de séparer la phase lourde (petit lait) de la phase légère (crème), il faut 100 litres de lait pour obtenir 9 à 12 litres de crème. La crème doit contenir au minimum 30% de matière grasse (29).

Chapitre 1

1.2.5. Produit laitier fermentés

Le mot yoghourt proviendrait du bulgare « **yog** » voulant dire épais et « **urt** » lait **(50)**, Le yaourt ou yoghourt est un produit fermenté d'origine animale à base de lait. Sa fabrication fait intervenir des bactéries lactiques dont l'action conduit à la formation d'acide lactique à partir du lactose ou sucre du lait et d'arômes. La fabrication maison du yaourt est facile, économique et permet d'obtenir du yaourt exempt de sucre ajouté et contenant des vitamines A et B **(46)**.

1.3.5. Beurre

Au Canada, par définition légale, le beurre est un aliment préparé, conformément aux bonnes pratiques industrielles, c'est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile et dont la teneur minimale en matière grasse laitière s'élève à 80% m/m, dont la teneur en eau est 16% m/m, alors que la teneur maximale en extrait sec non gras ne doit pas dépasser 2% m/m **(24)**.

1.4.5. Fromage

Le fromage est un aliment obtenu à partir de lait coagulé ou de produits laitiers, comme la crème, puis d'un égouttage suivi ou non de fermentation et éventuellement d'affinage (fromages affinés). Le fromage est fabriqué à partir de lait de vache principalement, mais aussi de brebis, de chèvre, de bufflonne ou d'autres mammifères **(5)**.

CHAPITRE 2

L'INDUSTRIE DU FROMAGE

2.1. Définition du fromage

Le fromage, selon la norme codex (12), est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dur, dur ou extra dur qui peut être enrobé. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de pressure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation (11).

Il est fabriqué à partir de lait de vache principalement mais aussi de brebis, de chèvre ou de bufflonne (44). Ce produit est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation (1).

2.2. Historique

Le mot fromage vient du latin fromaticus, c'est-à-dire fait dans une forme (52). Le fromage est une savoureuse conservation des composants nutritifs du lait qui à la vie courte en son état naturel. Il se répète que le fromage existe depuis que l'homme a dépassé le stade de la caillette et de la Hasse, son origine remontrait à environ 8000 ans (13).

Une ancienne légende raconte que la transformation de lait en fromage a été découverte accidentellement par un marchand arabe qui transportait son approvisionnement en lait dans une gourde faite d'estomac de mouton, pendant une longue journée ou désert la chaleur combinée à l'action de la pressure secrété par les cellules de l'estomac de veau transforme le lait en caillé, puis après sa transformation conduira à ce que nous appelons aujourd'hui **fromage**. De nous jour, la transformation du lait est devenue une activité importante, le fromage est le principal mode de consommation du lait dans le monde (51).

2.3. Dénomination du fromage

Selon la réglementation française ; le décret du 30 décembre 1988, la donne dans son article premier, la dénomination «fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières premières suivantes : lait cru, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurres, utilisées seules ou en mélange et

Chapitre 2

coagulant en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse (4).

2.4. Composition des fromages

Le fromage est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation.

2.4.1. Eau

La teneur en humidité des fromages peut être un moyen de classer les fromages : une pâte molle, peut contenir plus de 50% d'eau, pâte semi-fermé entre 45 et 50%, pâte fermée on aura entre 35 et 45 % (58).

2.4.2. Protéine

Les caséines sont les pièces maîtresses de la fabrication fromagère. Ce sont des protéines qui représentent près de 80% de taux d'azote du lait, elles sont de nombre de quatre (caséine α_1 , α_2 , B et K) et, en présence du phosphate de calcium, elle forme des micelles de caséum stable (phase colloïdale) qui sont en équilibre avec la phase soluble du lait. Les protéines sériques, contribuent peu au développement de la structure et de la saveur de fromage. Car elles sont solubles, elles sont en bonne partie éliminées dans le lactosérum lors de l'égouttage (58).

2.4.3. Lipide

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage au cours de la maturation, se produit ; sous l'influence de lipolyse microbienne forment des acides gras libres, certains de ces acides gras sont volatils interviennent dans la formation de l'arôme, les lipides du lait se trouvant dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestible (18).

2.4.4. Glucide

Le lactose est un sucre constitué d'un galactose et d'un glucose (58).

Le lactose est presque totalement éliminé lors d'égouttage et la quantité restant est transformée en acide lactique lors d'affinage (40).

Chapitre 2

2.4.5. Calcium

Les fromages constituent d'excellente source de Ca. Toutefois, le taux son taux varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication tout comme le Ca du lait. Le Ca des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et de phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéine qui favorisant leur absorption intestinal **(18)**.

2.4.6 Vitamine

Les fromages constituent de bonnes sources de vitamines B, du fait des synthèses réalisées par les moisissures, se trouve dans le fromage selon la teneur en matière grasse **(1)**.

2.5. Transformation du lait en fromage

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestral de la matière utile du lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées **(35)**. Les secrets de fabrication sont parfois jalousement garde néanmoins, les grandes étapes de fabrication sont identiques, la transformation du lait en fromage comporte pour la plus grande partie des fromages trois étapes principales (figure 1) **(49)**.

2.5.1. Coagulation

Correspond à une déstabilisation des micelles de caséines qui flocculent puis se soudent pour former un gel. Emprisonnant des éléments solubles du lait, on peut provoquer la coagulation par acidification (acide lactique), par l'action d'une enzyme, ou par l'action combinée des deux **(58)**.

- Coagulation par acidification : c'est une fermentation acide dite lactique, qui conduit à la coagulation du lait sous l'effet de la fermentation de lactose **(13)**.
- Coagulation enzymatique : le système de coagulation le plus utilisé pour l'élaboration du fromage, provoque par enzyme de type protéinase : la presseur (provenant de l'estomac de veau), cette enzyme protéolytique catalyse l'hydrolyse de la caséine K en deux fragments :
 - Un fragment hydrophile. Qui passe dans le lactosérum.
 - Un fragment hydrophobe. Le fragment hydrophobe s'unit pour former un gel **(18)**.

Chapitre 2

2.5.2. Égouttage

Correspond à une séparation physique entre solide et liquide, puisque le gel obtenue par floculation des caséines est instable, il se transforme rapidement à la suite de la concentration des micelles, ce qui provoque l'expulsion du liquide hors de caillé, ce phénomène appelé synérèse permet de séparer le caillé contenant la caséine et la matière grasse, des minéraux et les protéines et les protéines soluble du lait **(58)**.

Le sous produit de l'égouttage est le lactosérum ou petit lait riche en protéine soluble (albumine) et en sel minéraux (calcium), il représente 80% du lait utilisé **(52)**.

2.5.3. Affinage

Lors de la coagulation et de l'égouttage, on prépare un substrat constitué de caséine, de matière grasse, d'eau, de minéraux. Ce substrat est un genre de bioréacteur, car il contient une biomasse microbienne et des enzymes actifs qui, pendant l'affinage, transforment continuellement le substrat. L'affinage correspond donc à une digestion enzymatique des constituants du caillé égoutté qui lui conférera à la fin une texture et une saveur caractéristique selon le type de fromage recherché. Cependant, les phénomènes qui se produisent dans l'évolution du substrat sont complexes en raison de la nature du substrat, de la variété des agents responsable des transformations, de la diversité des modifications subies par les constituants et du grand nombre de produits formés **(58)**.

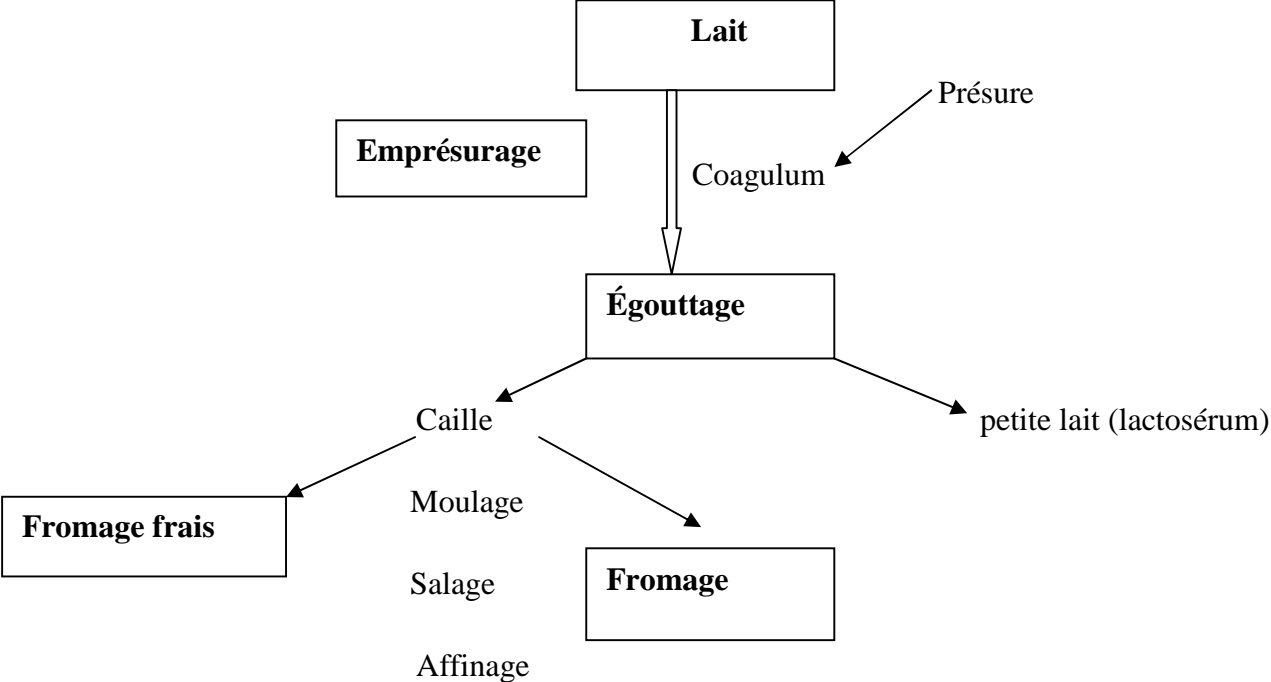


Figure 1 : Principal étape de la fabrication des fromages (52).

Chapitre 2

2.6. Topologie fromager

Les différents types de fromages présentent des caractères spécifiques liés à la fois au mode de coagulation, de l'égouttage, et à la flore microbienne, qui libère des enzymes responsables de la saveur, de la texture et de l'aspect de la pâte (6).

Les caractéristiques des différents sorts de fromage, sont très diverses et exigent au niveau de l'élaboration, une série de procédés plus ou moins différenciés (7).

2.6.1. Classification du fromage sur le plan de qualité

La grande diversité des fromages rend leur classification difficile, la norme internationale A-6(1978-FAO /OMS) permet de classer les fromages de leur teneur en eau, et leur teneur en matière grasse (G/S), et les principales caractéristiques d'affinage (voir tableau II), (58).

Tableau II : Comparaison entre trois systèmes de classification des fromages (58).

Norme A-6-FAO/OMS (extrait)			
FD = $H / (100-G)^*$		GES = $G / (100-H)^{***}$	
-50	Pâte extra-dur	-10	Maigre
50 - 55	Pâte dur	10 - 25	Quart-gras
55 - 62	Pâte mi-dur	25 - 45	Mi- gras
62 - 68	Pâte demi-molle	45 - 60	Tout-gras
+68	Pâte molle	+60	Extra

- H : humidité du fromage

- G : teneur en matière grasse

- ** l'indice GES n'a pas de lien direct avec les deux autres classifications

Chapitre 2

2.6.2. Classification des fromages selon la fabrication

Trois classes de fromages correspondant à trois grands types de fabrication (55).

- Fromage blanc
- Fromage affiné
- Fromage fondu.

La figure (2) illustre les principaux types de fromages artisanaux.

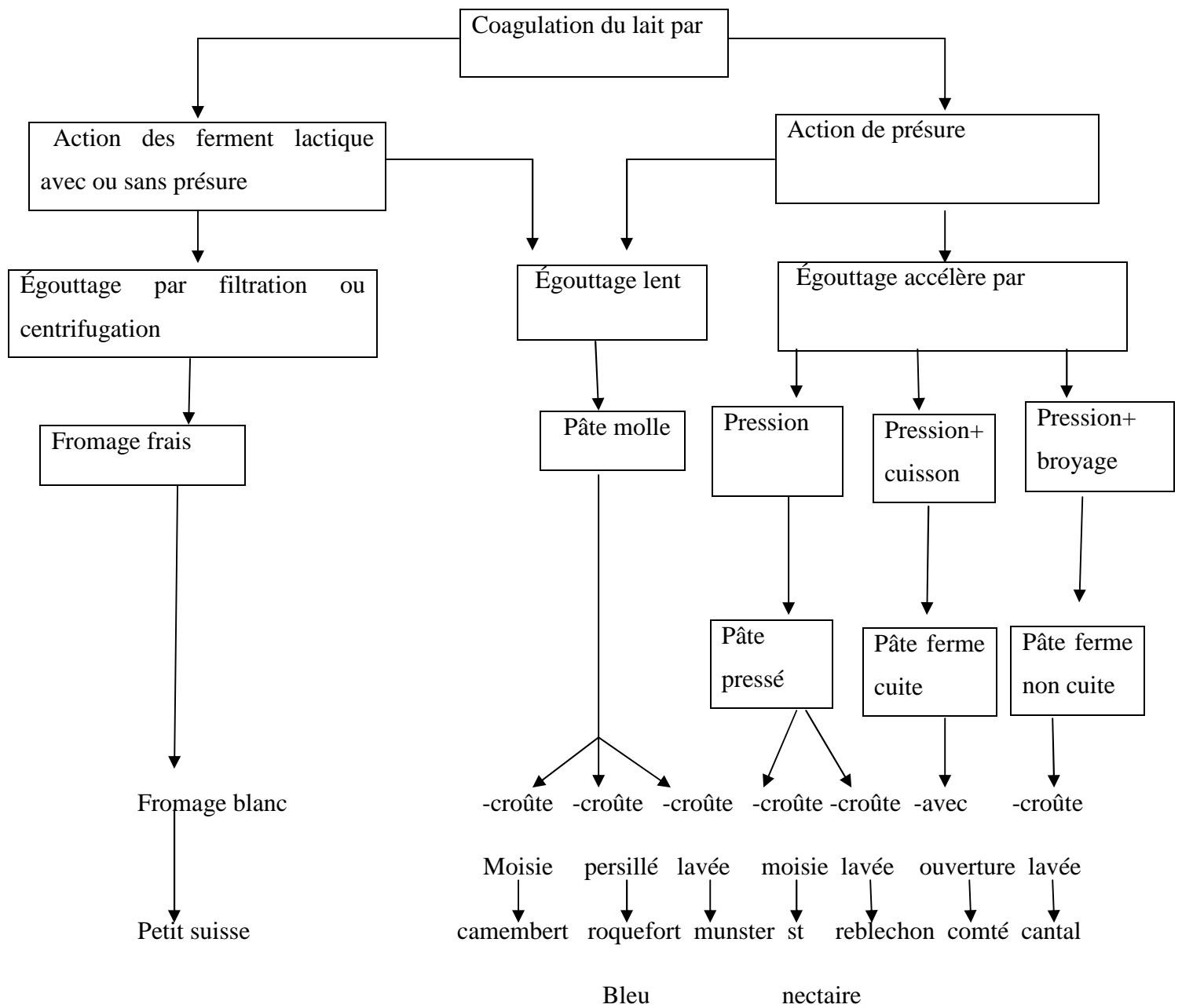


Figure 2 : Principaux types des fromages artisanaux (52).

Chapitre 2

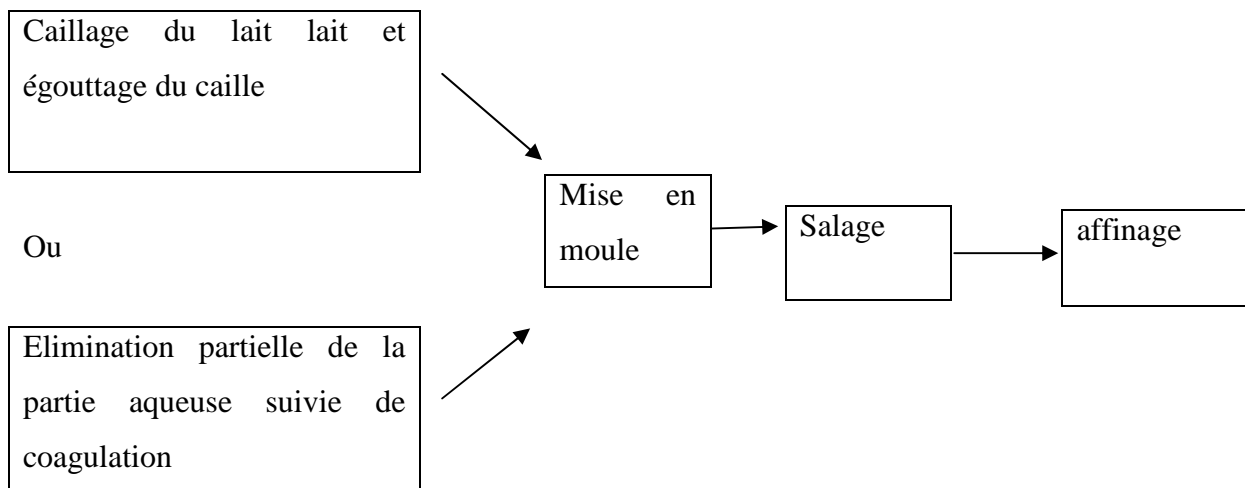
2.6.2.1. Fromage blanc (fromage frais)

L'appellation « fromage frais », évoque chez le consommateur une notion de produit non affiné, d'assez courte durée de vie, et conservé à basse température (42).

Il résulte d'une coagulation lente du lait par action de l'acidification combiné ou non à celle d'une faible quantité de pressur. Ce sont des fromages à égouttage obtenus par centrifugation ou filtration. Leur humidité est élevée (70 à 75 %) (30).

2.6.2.2. Fromage affiné

Les fromages affinés ont subi, indépendamment, de la fermentation lactique, d'autres fermentations induites par des ensemencements de micro-organisme spécifique dont le développement est dirigé par l'ambiance de la cave d'affinage et les manipulations du producteur (voir figure 3) (52).



*sel : chlorure de sodium, additionnée éventuellement de carbonate de calcium et /ou de magnésium en quantité limitée.

Figure 3 : Schéma de fabrication d'un fromage affiné (55).

Chapitre 2

2.6.2.3. Fromage fondu

Il s'agit de préparation issue de la fonte de mélange des fromages frais ou affinés, additionnée éventuellement de lait, beurre, crème caséine, lactosérum et d'autres ingrédients. (32).

2.6.3. Fromages artisanaux en Algérie

L'augmentation de production du lait durant certaines saisons, et la difficulté de sa préservation sous la forme fraîche, a obéi au développement des technologies de production traditionnelle (16).

Ces produits font partie intégrante d'héritage algérien, et ont une grande importance, culturelle, médicinale et économique, ils ont été développés sur une longue période avec les compétences culinaires des femmes. En plus de la conservation des solides de lait pour plus longtemps à température ambiante, la fabrication du produit laitier traditionnel améliore la valeur alimentaire du lait.

Les produits laitiers traditionnels algériens les plus importants ayant une signification commerciale important : Klila, Bouhezza, Tikammarines et Djben (53).

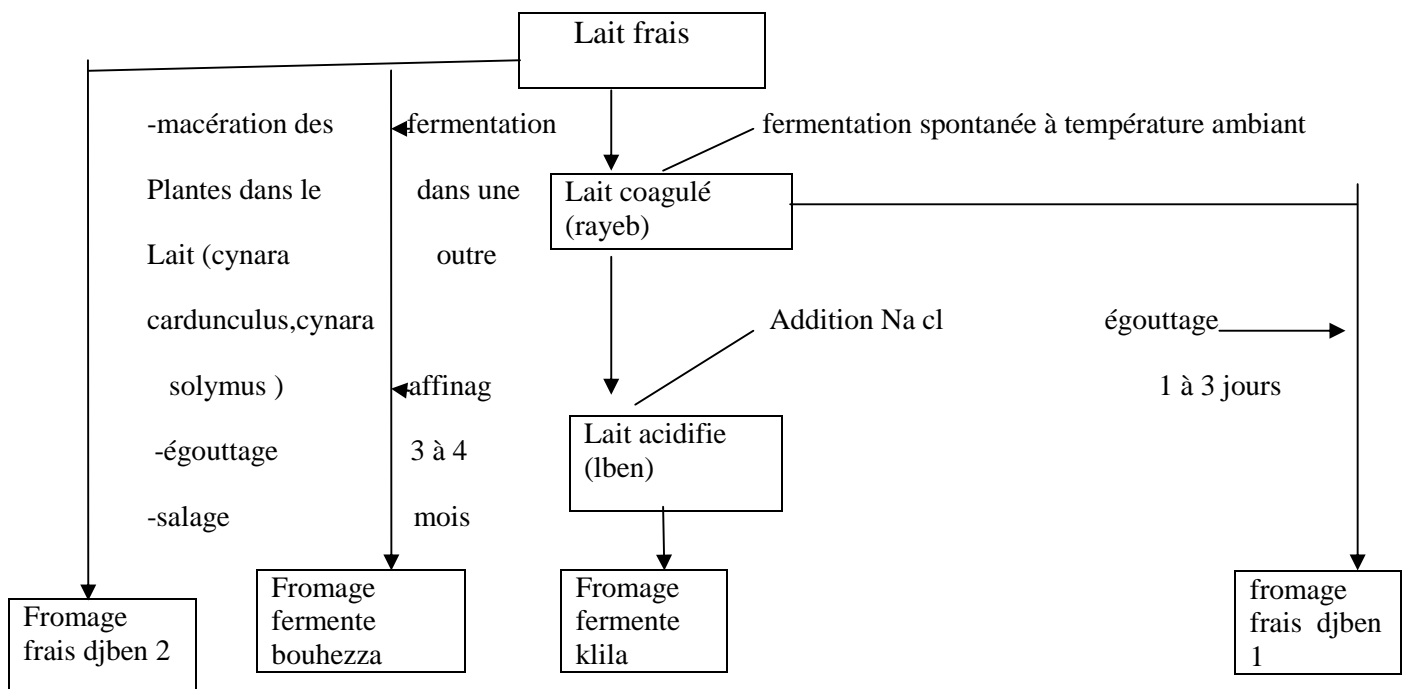


Figure 4 : Illustration schématisée de la méthode de fabrication des principales préparations lactiques traditionnelles en Algérie (53).

CHAPITRE 3 :

FROMAGE FRAIS

1. Définition

La qualification « frais » ou la dénomination « fromage frais » peuvent être utilisés si la flore est vivante au moment de la vente (54).

Le fromage frais est issu d'une coagulation naturelle par acidification du lait sous l'action des bactéries lactiques ambiantes: c'est la fermentation, son mode d'obtention est simple, son goût dominant est acidulé, sa texture va du grain grossier ou très fin selon le mode de coagulation, plus au moins acide (24) .

La teneur en matière sèche peut être abaissée jusqu'à 15% ou même 11% pour les fromages frais non légalement définis, selon que leur teneur en matière grasse est d'au moins 20g ou inférieure à 20g pour 100g de fromage après complète dessiccation (39).

2. Composition du fromage frais

Le fromage frais est un aliment riche en protéines, lipides, vitamines et calcium :

- **Protéines** : le fromage frais contient 8,5g de protéines pour 100g de fromage, ces protéines proviennent de la caséine modifiée.
- **Lipides** : les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte de fromage, ils s'y trouvent sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestible.
- **Vitamines** : le fromage est riche en vitamines liposolubles, essentiellement les groupes A, D et E.
- **Calcium** : le fromage constitue une excellente source de calcium, le fromage est généralement bien assimilé par l'organisme humain (42).

3. Classification des fromages frais

3.1. Fromage blanc

C'est un fromage non affiné. Sa fermentation est lactique (54) .

Sa teneur en matière sèche peut être inférieures à 23% en fonction du taux d'humidité (54).

Chapitre 3

3.2. Fromage « demi-sel »

La dénomination « demi-sel » est réservée à un fromage frais fabriqué avec du lait de vache emprésuré à pâte homogène, ferme, salée à 2%. La matière grasse est de 40% de l'extrait sec qui lui-même doit être égal ou supérieur à 30% (39) .

3.3. Fromage fondu à tartiner

Produit de la fonte d'un fromage ou d'un mélange de fromages frais ou affinés, additionnés éventuellement de lait, beurre, crème, caséine, lactosérum et d'autres ingrédients : épices, arômes, et autres produits (54).

3.4. Petit suisse

le petit suisse est un fromage frais renfermant des glucides, des protéines, et des lipides, sa fabrication est faite d'après (24), à partir d'un lait pasteurisé et standardisé en matière grasse enrichi de ferments lactiques avant sa coagulation à la présure, la crème est alors rajoutée et mélangée de façon continue à cette pâte, le mélange est lissé et réfrigéré avant le conditionnement .

Tableau V: Classification des principaux fromages (54)

	Non salé	Salé	
		En surface	Dans la masse
A coagulation Lente	Fontainebleu Neufchâtel frais Suisse	/	Demi-sel Gournay frais
A coagulation Rapide	Fromage à la pie	Fromage de régime	/

4. Matières utilisées au cours de la fabrication du « petit-suisse »

4.1 Matière première « Lait cru »

En général le lait matière première récolté chez le producteur y reste seulement quelques heures (de 12 à 48 heures, voire 72 heures selon les régions et les périodes de l'année) avant d'être collecté et ensuite traité dans un établissement de transformation (lait, fromage ...). Lorsque le lait est transformé directement par le producteur fermier lui-même, cette durée est nettement courte (14).

4.2 Crème fraîche

Selon la norme *codex alimentarius* (11), la crème est « le produit laitier fluide plus ou moins riche en matière grasse qui se présente sous la forme d'une émulsion du type graisse-dans-lait-écrémé » (47).

La crème est constituée simplement du lait concentré en matière grasse à environ 10 fois (lait entier : 35g /Kg ; crème : 350g/ Kg) (21).

4.3 Poudre de lait

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait entièrement ou partiellement écrémé, et dont la teneur en eau n'excède pas 5% en poids du produit fini. (27) a classé les laits en poudre comme suit :

- Le lait en poudre riche en matière grasse ou poudre de lait riche en matière grasse : lait déshydraté contenant, an poids, au moins 42% de matières grasses ;
- Le lait en poudre entier ou poudre de lait entier : lait déshydraté contenant, an poids, au moins 26% et moins de 42% de matières grasses.
- Le lait en poudre partiellement écrémé ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté dont la teneur en matière grasse est, en poids, supérieure à 1.5% et inférieure à 26% ;
- Le lait en poudre écrémé ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses.

4.4 Ferments lactiques

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophe (40). Ce sont des bactéries à Gram+, généralement immobiles, jamais sporulées, anaérobies facultatives (38). Elles ne se développent pas en dessous de 8 à 10°C : La réfrigération bloque donc leur multiplication. Elles sont détruites par la pasteurisation (8).

Par leur métabolisme et leurs activités enzymatiques variés, elles déterminent dans une large mesure l'arôme, la saveur et la texture de ces produits. Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans la conservation et l'innocuité des dérivés laitiers, elles agissent même sur la digestion en assurant une amélioration de l'équilibre microbiologique intestinal (voir tableau VI) (34).

Chapitre 3

Tableau VI : Rôles des ferments lactiques en fromagerie (2):

Propriété des ferments lactiques	Effets sur les produits
Transformer les sucres en acide lactique	<p>Abaissement du pH :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservation des produits. • Limitation du développement des bactéries nuisibles. • Modification de la micelle de caséine : <p>Modification de la structure du caillé.</p> <p>Classification des fromages suivant le niveau de déminéralisation (caillé présure, mixte, lactique), solubilisation des minéraux liés à la caséine.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Action sur l'égouttage des caillés (teneur en eau). • Action sur la texture des fromages : <ul style="list-style-type: none"> –Si la pâte minérale : texture souple homogène. –Si la pâte déminéralisée : texture friable, cassante, diminution de la concentration en lactose.
Transformer les sucres en CO ₂ .	Libération du CO ₂
Transformer les citrates	<p>Formation de diacétyl (arôme) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche en produit frais (yaourt, beurre, pâtes fraîches et pâte molle).
Transformer la caséine	<p>Protéolyse pendant la maturation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activation de la croissance (peptides, acides aminés). • Modification de la texture, couleur, flaveur.
Produire des polysaccharides	<p>-Épaississement du milieu : yaourt, pâtes fraîches.</p> <p>-Augmentation de la viscosité par libération de polysaccharides pendant la fermentation lactique.</p>

Ces ferments se présentent sous forme liquide, congelée ou lyophilisée (18).

Il existe, en principe, deux méthodes d'ensemencement possibles qui sont très largement employées dans l'industrie fromagère (35) :

- L'ensemencement semi-direct : on utilise des levains congelés ou lyophilisés ensemencés dans une cuve pour obtenir une culture régulière avec un nombre de cellules sensiblement plus grand que l'inoculum initial. Le pH doit être surveillé pour éviter un excès d'acide lactique qui va inhiber la croissance des levains, ce qui nécessiterait une neutralisation de l'acidité.
- L'ensemencement direct : on procède, dans ce cas, à un ensemencement direct du lait de fabrication par des ferments lyophilisés.

4.4.1 Différents types de ferments lactiques

Les ferments commerciaux disponibles sont, selon les productions industrielles à réaliser, des ferments mésophiles et des ferments thermophiles.

- Ferments mésophiles ; La température optimum de leur croissance varie selon les souches de 25° à 30°C. Ils sont utilisés en particulier pour la fabrication de fromage (frais et dure, à pâte molle) **(39)** .
- Ferments thermophiles ; La température optimum de leur croissance se situe entre 37 à 50°C **(10)**.

4.4.2. Ferments lactiques du fromage frais

D'après **(9)** les agents de fermentation lactiques du fromage frais sont : *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis*, et *Lactococcus diacetylactis*.

Le choix des souches est particulièrement important car celles-ci doivent présenter certaines caractéristiques (voir tableau VII) et remplir plusieurs fonctions :

- Acidifier le lait selon une cinétique reproductible ;
- Atteindre le pH final désiré ;
- Résister aux phages ;
- Produire des composés aromatiques (diacétyle) ;
- Posséder une aptitude texturante dans certains cas.

Chapitre 3

Tableau VII: Caractéristiques et aptitudes des bactéries lactiques (26).

Bactéries	Propriétés			
	Acidifiante	Aromatique	Texturante	Gazogène
<i>Lc. lactis lactis</i>	Oui	Non	Non	Non
<i>Lc. lactis cremoris</i>	Oui	Non	Non	Non
<i>Lc. lactis diacetylactis</i>	Oui	Oui	Non	Oui
<i>Ln. Mesenteroides</i>	Non	Oui	Oui	Oui

4.5 Présure

La présure d'origine animale, constituée principalement de la chymosine et un peu de la pepsine, est le coagulant le plus utilisé. Elle appartient à la famille des endopeptidases, c'est-à-dire des peptidases agissant à l'intérieure des chaînes polypeptidiques constituant les protéines. Elles possèdent une activité très spécifique, car elle n'hydrolyse que la caséine-K pendant les fabrications fromagères (58).

Selon la législation française, l'origine de la dénomination « présure » est réservée à l'extrait liquide ou pâteux, provenant de la macération des caillètes de jeunes bovidés nourris exclusivement au lait (58).

Selon (58), Le mécanisme d'action de la présure est assez bien établi et comporte deux phases (figure) :

-La phase primaire : ou enzymatique, correspond à une attaque de l'enzyme sur la composante qui stabilise la micelle, c'est-à-dire que l'enzyme hydrolyse la caséine-K au niveau de la liaison PHE₁₀₅-MET₁₀₆. La chaîne peptidique se trouve ainsi coupée en deux segments inégaux : le segment 1-105 est la paracaséine-K et le segment 106-169, le caséinomacropéptide (CMP). La paracaséine-K liée aux caséines α et β reste intégrée à la micelle hydrophobe et le CMP contenant tous les glucides est libéré et passe dans le lactosérum. Lors de la libération du CMP, il se produit une diminution importante de la charge électrique des micelles et de leur degré d'hydratation : deux facteurs de stabilité se trouvent ainsi atteints.

-Commence alors la phase secondaire, dite d'agglomération : dont le mécanisme est encore calcium s'uniraient à la partie chargée négativement des micelles, diminuant ainsi les répulsions électrostatiques auxquelles elles sont soumises et favoriseraient ainsi leur agrégation. Cette phase est facilement observable par la formation du gel. Cependant, pour

Chapitre 3

que cette phase d'agglomération débute, il faudrait qu'au moins 85 à 90% de la caséine-K soit hydrolysée.

5. Conditionnement et stockage à froid

Les faisselles contenant le caillé sont mises en pots puis fermées par un couvercle. Les pots sont aussitôt placés en chambre froide ventilée afin de permettre un refroidissement rapide à 6°C. Le produit est conservé à cette température jusqu'à la vente (27)

6. Traitement du produit fini

6.1 Incorporation de la crème

Dans un mélangeur, la crème fraîche est incorporée dans le caillé maigre. Lorsque le mélange atteint la proportion en matières grasses voulue, il est recueilli dans des silos. Les deux produits doivent avoir des températures voisines pour assurer une bonne homogénéisation du produit (56).

6.2 Conditionnement

Dans le cas des pâtes fraîches, il est nécessaire de disposer d'un emballage assez rigide, résistant à l'humidité et à l'acide lactique, imperméable à la vapeur d'eau et aux gaz (56).

PARTIE EXPERIMENTALE

Le but de notre travail est de vérifier la conformité du produit fini du fromage frais fabriqué au sein de la laiterie « d'ARIB » par l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de produit.

1. Lieu et période de stage

La partie expérimentale de notre travail a été effectuée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie d'ARIB située dans la wilaya d'Ain Defla durant la période qui s'est étalée du mois de novembre 2015 jusqu'au mois de janvier 2016.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel biologique

* **Matière première « Lait cru »** : il provient de la collecte effectuée au niveau de la région d'Ain Defla, Medéa et Chlef. Il est mis dans des tanks de lait avec agitateur à une température de 6°C, et transporté par des camions vers l'unité. Pour maintenir une bonne hygiène, les citernes sont nettoyées quotidiennement par des désinfectants et l'eau chaude. Le lait est stocké dans des tanks de 20 000 litres.

* **Lait caillé** : est un produit solide issu du lait par précipitation de ses caséines sous l'effet d'une substance acide. C'est l'état premier de tout fromage. La partie liquide restante est le lactosérum. La transformation du lait en caillé est appelée « coagulation » ou « caillage ».

* **Crème fraîche** : elle est utilisée dans la fabrication du fromage frais est obtenue par l'opération d'écumage du lait cru. Elle est stockée dans les tanks iso thermiques à une température à 6°C.

* **Pâte maigre** : elle est fabriquée à partir de lait écrémé pasteurisé. Sa préparation passe par deux grandes étapes : la coagulation et l'égouttage.

* **Produit fini** : On appelle « **fromage frais** » un produit fermenté ou non, obtenu par coagulation du lait, de la crème ou de leur mélange, suivi d'égouttage (figure 5).



Figure 5 : Produit fini « fromage fais »

2.1.2. Matériel non biologique

Le matériel utilisé est présenté dans l'annexe 1.

2.2. Méthodes

2.2.1. Echantillonnage

***Lait cru** : 10 échantillons du lait cru ont été prélevés à partir des citernes ramenées par des collecteurs, au niveau de la laiterie.

***lait caillé, pâte maigre et pâte fraîche**: 10 échantillons de chaque produit ont été prélevés à partir des tanks au moment de la préparation du fromage frais.

***produit fini** : 10 échantillons ont été prélevés à partir des différents lots.

Les points de prélèvement sont illustrés dans le tableau VIII.

Partie expérimentale

Tableau VIII: Différents produits à analyser

Produits analysés	Lieu de stockage	Type de conditionnement	Température de stockage	Origine
Lait cru	Atelier de préparation	Tank de stockage	6°C	Algérie (Ain Defla – Medéa – Chlef)
Crème fraîche	Atelier de préparation	Tank de stockage	6°C	Unité
Caillé	Atelier de préparation	Tank de stockage	38°C – 42°C	Unité d’Arib
Pâte maigre	Atelier de préparation	Entonnoir de caillé	38°C – 42°C	Unité d’Arib
Produit fini	Réfrigération de laboratoire	Pots de 50g	6°C	Unité d’Arib

2.2.2. Analyses physico-chimiques

Toutes les analyses physico-chimiques ont été effectuées selon les méthodes et procédures décrites par AFNOR 1986. L’ensemble de ces analyses effectuées dans la présente étude sont indiqués dans le tableau IX.

Tableau IX : Analyses physico-chimiques effectuées sur l’ensemble des échantillons prélevés

Paramètre Produits	Acidité Titrabl (°D)	MG (%)	EST (%)	ESD (%)	densité	pH	Humidit (%)	TA, TAC TH	T°C	Chlorur (mg/l)
Lait cru	+	+	+	+	+	+	–	–	+	
Lait caillé	+	+	+	+	–	–	–	–	–	
Pate maigr	+	+	+	+	–	–	–	–	–	
Pate fraich	+	+	+	+	–	–	–	–	–	
Produit fin	–	+	+	+	–	–	–	–	–	

+ : analyses effectuées. - : analyses non effectuées.

2.2.2.1. Détermination de l'acidité

* Mode opératoire « cas de lait cru »

- Remplir la burette de la solution de NaOH N/9 et la fixer au statif, régler le niveau du liquide à Zéro.
- A l'aide de la pipette de 10ml, prélever 10ml de lait cru et transférer dans un bicher de 100ml.
- Ajouter 2 gouttes de solution de phénolphtaléine et titrer jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.
- Noter le volume de solution titrant utilisé en dixièmes de millilitres.
- Nombre de dixièmes de millilitre de NaOH = °D.



Figure 6 : détermination de l'acidité du lait cru.

* Mode opératoire « cas de lait caillé, pâte maigre et pâte fraîche »

- Remplir la burette de la solution de NaOH N/9 et la fixer au statif, régler le niveau du liquide à Zéro.
- A l'aide de spatule, prélever 5g de produit à analyser et transférer dans un bécher de 100ml.

Partie expérimentale

- Ajouter 2 gouttes de solution de phénolphtaléine et titrer jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.
- Noter le volume de solution titrant utilisé en dixièmes de millilitres

2.2.2.2. Détermination de la matière grasse

***Mode opératoire « Cas de lait cru » (NF V 04-210)**

- Introduire 10ml d'acide sulfurique,
- Ajouter 11ml de lait à l'aide de 1 pipette sans mouiller le col et en évitant un mélange prématuré entre le lait et l'acide.
- Verser à la surface du lait 1ml d'alcool isoamylique, boucher ensuite avec soin le butyromètre, agiter avec précaution mais rapidement jusqu'à disparition des grumeaux, le remettre à sa position initiale et attendre que l'ampoule soit remplie, retourner et attendre que l'ampoule soit complètement vidée, après six retournements successifs, l'agitation ne pas laisser refroidir le butyromètre, et si nécessaire le réchauffer au bain d'eau à 65°C.
- Centrifuge 5min, au sortir de la centrifugeuse, modifier s'il y a lieu le réglage du bouchon pour que la phase lipidique se situe dans l'échelle graduée.
- Plonger le butyromètre verticalement, bouchon en bas dans le bain d'eau et laisser 5min, le niveau doit recouvrir l'ampoule terminale du butyromètre et lire.

***Mode opératoire « Cas de la crème fraîche, caillé et pâte maigre » (NF V 03 – 030)**

- Peser dans le godet préalablement taré 5g de l'échantillon,
- L'introduire dans la panse du butyromètre,
- Ajouter 10ml d'acide sulfurique + 1ml d'alcool isoamylique, à l'aide d'une pipette ajouter 6 à 7 ml d'eau.
- Agiter et retourner le butyromètre pour que les protéines soient dissoutes, procéder à 4 ou 5 retournements successifs,
- Placer ensuite dans le bain d'eau à 65°C/5 mn,
- Centrifuger pendant 5 à 6mn et faire la lecture après avoir placé le butyromètre dans le bain d'eau pendant 5mn.

Partie expérimentale

La teneur en M.G est exprimée en %.

***Mode opératoire « Cas de fromage frais » (NF 04-287)**

Dosage de la matière grasse par la méthode butyrométrique de VAN GULIK

- Prise d'essai : peser 3g dans le godet taré du butyromètre.
- Fermer le col du butyromètre, ajouter l'acide jusqu'à remplissage au 2/3 la chambre du butyromètre,
- Le placer ensuite après l'avoir fermé de l'autre coté dans le bain d'eau à 65°C pendant 5mn ;
- Le retirer du bain d'eau et l'agiter 10 secondes,
- Répéter l'opération de chauffage et d'agitation jusqu'à dissolution totale des protéines.
- Ajouter ensuite 1ml d'alcool, agiter puis ajouter de l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne les 35% de l'échelle, fermé avec un petit bouchon et faire des retournements,
- Le placer dans le bain d'eau à 65°C pendant 5mn, centrifuger pendant 10mn

et procéder à la lecture après l'avoir replacé dans le bain d'eau pendant 5m



Figure 7 : Détermination de la matière grasse.

2.2.2.3. Détermination de la densité

***Mode opératoire**

- Verser doucement le lait cru dans une éprouvette tenue inclinée, afin d'éviter la formation de mousse.
- Remplir l'éprouvette jusqu'à ras bord de manière que le lait déborde légèrement pour entraîner les traces de mousse qui pourrait gêner la lecture.

Partie expérimentale

- Plonger le thermo lactodensimètre dans le lait en le retenant jusqu'au voisinage de l'équilibre.
- Lire directement la température et la densité.



Figure 8 : détermination de la densité de lait cru.

2.2.2.4. Détermination de l'extrait sec total

***Mode opératoire « cas de lait cru »**

- On verse 10ml du lait cru sur la plaque d'aluminium
- On sépare les gouttes pour que sa sèche rapidement
- Peser la plaque et lire

*** Mode opératoire « cas de lait caillé, pate maigre, pâte fraiche et produit fini »**

- Dans une capsule séchée et tarée à 0,1 mg près introduire la prise d'essai qui ne dépassera pas 5g.
- Placer la capsule pendant 4mn dans la micro-onde ;
- La retirer et la laisser refroidir quelques minutes dans le dessiccateur en verre ;
- Peser la capsule avec l'échantillon.

2.2.2.5. Détermination du pH

*Mode opératoire « cas de lait cru »

- Etalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampon à $\text{pH} = 4 \pm 0,1$ et $\text{pH} = 7 \pm 0,1$.
- Régler la température de l'appareil à 20°C .
- Introduire l'électrode dans le récipient contenant l'échantillon.
- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

2.2.2.6. Détermination de l'extrait sec dégraissé (NF V 04-207)

La teneur en matière sèche dégraissé est la masse exprimée en pourcentage du résidu après dessiccation et sans la teneur en matière grasse. Le résultat est donné par la formule suivante :

$$\text{ESD (\%)} = \text{EST} - \text{MG}$$

- **ESD** : extrait sec dégraissé.
- **EST** : extrait sec total.
- **MG** : matière grasse.

2.2.3. Analyses microbiologiques

La recherche et le dénombrement des microorganismes dans les différents échantillons et les conditions d'analyses sont présentés dans les tableaux IX

2.2.3.1. Préparation des dilutions décimales (NF en ISO 6887-1, NF V 057-2)

*Cas des produits solides

- la dilution mère « DM » égale à 10^{-1} dont, nous introduisons aseptiquement 25g de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225ml de TSE. Homogénéiser pendant 6 à 8 min selon la texture du produit.
- Diluer pour l'obtention de la dilution 10^{-3} .

*Cas des produits liquide

- Le produit constitue une solution mère « SM » égale à 1.

Partie expérimentale

- Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de la SM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de TSE : cette dilution constitue alors la dilution au 10^{-1} , mélange soigneusement et doucement.
- Le même procédé est appliqué pour obtenir la dilution 10^{-3} .

Tableau X : Milieux de cultures, température et temps d'incubation des germes recherchés au niveau de l'ambiance et des pots de conditionnement (J.O.R.A.n°35 Mai 1998).

Echantillons analysés	Germes recherchés	Milieux de cultures	Température et temps d'incubation
Ambiance	• germes totaux	PCA	30°C/72h
	• levures et moisissures	Sabouraud	22°C/5jours
Pots de conditionnements	• germes totaux	PCA	30°C/72h
	• coliformes totaux	DCLA	37°C/24-48h
	• coliformes fécaux	DCLA	44°C/24-48h

Les germes recherchés dans les différents échantillons sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau XI : Germes recherchés dans les différents échantillons

Germe rechercher	Lait cru	Lait caillé	Pate maigre	Pate fraiche	Produit fini
Germe aérobies	+	-	+	+	-
Coliforme fécaux	+	+	+	+	+
Coliforme totaux	-	+	+	+	+
Staphylocoque	+	+	+	+	+
clostridium	+	-	-	-	-
E . coli	-	+	-	-	-
Levure et moisissure	-	-	-	-	+

Partie expérimentale

2.2.3.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux à 30°C (NF V 08-051)

***Mode opératoire :**

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage numérotée.
- Compléter ensuite avec environ 20ml de gélose PCA ou TDYM fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$: le choix des milieux dépend de la nature des denrées analyser. nous utilisons généralement la gélose PCA pour les laits et produits laitiers et la gélose TDYM pour les autres denrées.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 4ml de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

Lecture : Les colonies des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) se présentent sous forme lenticulaire en masse.

2.2.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (NF V 08-050, NF V 08-060) .

***Mode opératoire :** Les coliformes sont dénombrés :

- Soit en milieu solide par la technique en boîtes sur gélose au désoxycholate à 1‰ ou sur gélose VRBL (gélose lactosée biliée au vert brillant et au rouge de phénol).
- Soit en milieu liquide par la lecture du NPP (nombre le plus probable) à l'aide du bouillon VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) réparti à raison de 10ml par tubes munis au préalable d'une cloche de Durham.

Milieu solide : A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :

- La première série de boîtes sera incubées à 37°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux ;
- La deuxième série de boîtes sera incubées à 44°C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

Partie expérimentale

Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose au désoxycholate à 1‰ (ou avec la gélose VRBL) fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

Laisser solidifier les boîtes sur paillasse puis couler environ 5ml de la même gélose ; cette double couche a un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

Lecture : les coliformes (totaux et fécaux) apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5 mm de diamètre, fluorescentes.

2.2.3.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

***Mode opératoire :** La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancfield, se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (N P P).

Lecture : Sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien.

Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

2.2.3.5. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

***Mode opératoire :**

-Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu Giolliti Cantonii pour y ajouter 15ml d'une solution de Télurite de potassium.

-Mélanger soigneusement. Le milieu est prêt à l'emploi

Lecture : Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir.

2.2.3.6 . Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfite réducteurs (NF V 08-019)

***Mode opératoire :** Au niveau de la laiterie d'ARIB, la méthode utilisée est la méthode générale sur gélose Viande-Foie à 37°C :

- Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose Viande-Foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de Sulfite de sodium.

Partie expérimentale

- Mélanger soigneusement et aseptiquement.
 - Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Lecture : La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures, car :

- D'une part les colonies de *Clostridium sulfito-réducteurs* sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.
- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.
 - Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristiques réincuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

2.2.3.7 . Recherche et dénombrement des levures et des moisissures (NF V 08-059)

***Mode opératoire**

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1ml dans une boîte de Pétri contenant la gélose Sabouraud solidifiée.
- Puis faire un étalement à l'aide d'une pipette sous forme râteau

Lecture : Les levures et les moisissures se multiplient en surface,

Il s'agit des colonies blanches dont les levures ont une structure sphérique

Partie expérimentale

3. Résultat et discussion

3.1. Résultats physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques portant sur les 10 échantillons de lait cru, 10 échantillons du lait caillé, 10 échantillons pâte maigre, 10 échantillons de pâte fraîche et 10 échantillons du fromage frais (produit fini).

3.1.1. Lait cru

Les résultats physico-chimiques du lait cru sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XII : Résultat physico-chimique du lait cru

Echantillons	T(°C)	Acidité(°D)	PH(%)	EST(g /l)	MG°D	ESD(g /l)	Densité(g/cm ³)
Norme *	7-8	14-18	6-7	125-130	34-40	Min 90	1028-1036
1	7	15	6.59	126.27	35	91.27	1030
2	7	15	6.65	127.30	37	90.30	1030
3	8	16	6.62	128	35.5	92.5	1031.5
4	8	15	6.60	130	40	90	1030
5	7.4	16	6.60	129.48	39	90.48	1025.4
6	7.2	14	6.76	129.81	39	90.81	1030.1
7	7.1	16	6.40	129.80	36	93.8	1030
8	7.4	16	6.62	128.61	35	93.61	1031
9	8	14	6.63	128.48	37.5	90.98	1025.6
10	7.5	16	6.60	127.68	36	91.68	1029

*Normes d'AFNOR

Les résultats obtenus montrent :

- Une conformité des paramètres étudiés (Acidité, Densité, la température, matière grasse , extrait sec et d'ESD) de lait cru aux normes établies par AFNOR. ; (1986).

Partie expérimentale

3.1.2 Lait caillé

Les résultats physico-chimiques du lait caillé sont rapportés dans le tableau XIII:

Tableau XIII : Résultat physico- chimique du lait caillé

Echantillons	Volume (ml)	Acidité (°D)	EST (g/l)	MG (°D)	ESD (g/l)
Norme*	1000	14-16	95-100	14-16	80-85
1	1000	15	98.52	15	83.52
2	1000	15	98.52	15	83.52
3	1000	15	98.52	15	83.52
4	1000	16	98.52	15	83.52
5	1000	15	98.52	15	83.52
6	1000	15	98.67	15	83.67
7	1000	15	98.67	15	83.67
8	1000	15	98.67	15	83.67
9	1000	16	98.67	15	83.67
10	1000	15	98.67	15	83.67

***Normes d'AFNOR**

* Une conformité des paramètres étudiés (volume, acidité, matière grasse, extrait sec et ESD) de lait cru aux normes établies par AFNOR. ; (1986).

3.1.3 Pâte fraîche et pâte maigre

Les résultats physico-chimiques de la pâte fraîche et la pâte maigre sont présentés dans le tableau suivant :

Partie expérimentale

Tableau XIV: Résultat physico-chimique de la pate fraiche

Echantillons	Acidité (°D)	MG (g/l)	EST (g/l)	ESD (g/l)
Norme*	10-13	30-40	360-420	320-370
1	11	38	367.2	336.2
2	10	38	364.8	334.8
3	10	36	366.9	335.9
4	11	39	400.1	325.9
5	11	34	380.45	337.8
6	12	39	376	339.4
7	10	35	389.7	360.5
8	10	40	406.8	369.8
9	11	36	350.1	335.2
10	12	36	367.8	340.3

***Normes d'AFNOR**

Les résultats présentés par le tableau XIII montrent que les paramètres étudiés pour la pate fraîche et pate maigre (MG, Acidité, EST et ESD) sont conformes aux normes AFNOR appliqués par l'unité d'ARIB. Ainsi, une conformité a été enregistrée concernant l'acidité (entre 10 °D et 13°D, un paramètre très important dans le contrôle du caillé, c'est un facteur essentiel pour l'obtention d'une bonne maturation « Fermentation ». l'augmentation de ce paramètre est due à l'activité des ferments lactiques mésophiles qui transforment le lactose en acide lactique. Nous remarquons également, que après l'égouttage, (Acidité, EST et MG) de la pâte fraiche obtenus sont conformes aux normes adoptées par l'unité (O.R.L.A.C).

3.1.4. Fromage frais

Les résultats physico-chimiques du fromage frais sont présentés dans le tableau suivant :

Partie expérimentale

Tableau XV : Résultat physico-chimique du produit fini

Echantillon	Poids (g)	MG(g/l)	EST (g/l)	ESD (G/l)	GS
s					
Norme*	190-192	40	200.1-200.8	160.1-160.8	19.90-19.99
1	190.8	40	200.5	160.5	19.95
2	190.95	40	200.7	160.7	19.93
3	190.67	40	200.5	160.5	19.95
4	191.18	40	200.1	160.1	19.70
5	190.70	40	200.7	160.7	19.65
6	191 .87	40	200.6	160.6	19.59
7	190.57	40	200.4	160.4	19.80
8	190.39	40	200.5	160.5	19.91
9	191 .50	40	200.5	160.5	19.87
10	190.58	40	200.7	160.7	19.78

***Normes d'AFNOR**

Quant à la qualité physico-chimique du produit laitier « fromage frais », nous pouvons observer que les résultats de tous les paramètres étudiés (MG, EST, ESD, le rapport G/S et poids) présentés dans le tableau se trouvent en dessous des valeurs indiquées et conformes aux normes d'AFNOR. Donc, le produit fabriqué est parfaitement similaire sur le plan physico-chimique et qui répond aux besoins du consommateur.

Partie expérimentale

3.2. Résultats des analyses microbiologiques

La contamination des produits analysés est présentée dans les tableaux suivants :

3.2.1. Lait cru

Les résultats microbiologiques du lait cru sont rapportés dans le tableau XVI:

Tableau XVI: Résultat microbiologique du lait cru

Germes recherchés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Germes aérobies	23.10 ⁴	33.10 ⁴	52.10 ⁴	42.10 ⁴	65.10 ⁴	19.10 ⁴	71.10 ⁴	87.10 ⁴	31.10 ⁴	58.10 ⁴
Coliformes fécaux	Abs	Abs	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Staphylocoque	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Clostridium	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Les résultats représentés dans le tableau XV indiquent une bonne qualité microbiologique du lait cru sauf ce qui concerne les germes aérobies tous les échantillons dépassent les normes de JORA (1998) par rapport aux germes aérobies. Cela peut être dû à une contamination pendant le transport.

3.2.1.1. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

Les critères microbiologiques du lait cru selon les normes de JORA n°35 mai 1998 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XVII : Germes recherchés par rapport aux normes

Germes à recherchés	Normes
Germes aérobies	3.10 ⁴ / ml
Coliformes fécaux	10 ¹ / ml
Staphylocoque	Abs/ml
Clostridium	Abs

Partie expérimentale

3.2.2 Lait caillé

Les résultats microbiologiques du lait caillé sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau XVIII : Résultat microbiologique du lait caillé

Germes recherchés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coliforme totaux	1200	100	1300	1400	1400	1000	1000	1200	1200	1300
Coliforme fécaux	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
E .Coli	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Staphylocoque	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Les résultats représentés dans le tableau, nous notons présence faible des coliformes totaux, qui ne dépasse pas les normes de JORA et une absence totale des coliformes fécaux, qui sont des germes de contamination fécale, d'E coli et de staphylocoque. Cette absence est due à l'efficacité du traitement que subit le lait au niveau de la laiterie et son contrôle quotidien pour détecter toute défaillance pour la rectifier.

3.2.2.1 Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

Les critères microbiologiques du lait caillé selon les normes de JORA n°35 mai 1998 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XIX : Germes recherchés par rapport aux normes

Germes à recherchés	Normes
Coliforme totaux	3.10^4 germe/ml
Coliforme fécaux	30 germe/ml
E .coli	Abs
Staphylocoque	3.10^2 germe /ml

Partie expérimentale

3.2.3 Lait maigre après pasteurisation

Les résultats microbiologiques du lait maigre après pasteurisation sont rapportés dans le tableau XX:

Tableau XX : Résultat microbiologique du lait maigre après pasteurisation

Germes recherchés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Germes aérobie à 30°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoques	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Les résultats représentés dans le tableau indiquent une bonne qualité microbiologique du lait maigre après pasteurisation

3.2.3.1 Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

Les critères microbiologiques du lait maigre après pasteurisation selon les normes de JORA n°35 mai 1998 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XXI : Germes recherchés par rapport aux normes

Germes à recherchés	Normes
Germe aérobie à 30°C	« 3.10 ⁴ germe/ml
Coliforme totaux	10 germe/ml
Coliforme fécaux	Abs
Staphylocoque	Abs

3.2.4. Crème fraîche après pasteurisation

Les résultats microbiologiques de la crème fraîche après pasteurisation sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau XXII : Résultat microbiologique de la crème fraîche après pasteurisation

Germes recherchés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Germes aérobie à 30°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoque	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Les résultats représentés dans le tableau indiquent une bonne qualité microbiologique de la crème fraîche après pasteurisation. L'obtention de ces résultats est liée à l'efficacité des traitements thermiques « Pasteurisation et Thermisation » démontrée par l'absence totale de tous les germes recherchés pour les dix essais de chaque produit analysé : Germes aérobies à 30°C, Coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus*.

3.2.4.1. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

Les critères microbiologiques de la crème fraîche après pasteurisation selon les normes de JORA n°35 mai 1998 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XXIII : Germes recherchés par rapport aux normes

Germes à recherchés	Normes
Germe aérobie à 30°C	3.10^4 germe/ml
Coliforme totaux	10 germe/ml
Coliforme fécaux	1 germe/ml

Partie expérimentale

Staphylocoque	10 germe/ml
----------------------	-------------

3.2.5. Fromage frais « produit fini »

Les résultats microbiologiques du fromage frais sont rapportés dans le tableau XXIV

Tableau XXIV : Résultat microbiologique du produit fini

Germes recherchés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoque	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Moisissure	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Levure	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Le contrôle microbiologique effectué sur les pots de conditionnement, montre l'absence totale de tous les germes recherchés (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, staphylocoque et moisissures), Ceci traduit une bonne qualité microbiologique des pots de conditionnement .

3.2.5.1 Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

Les critères microbiologiques du fromage frais selon les normes de JORA n°35 mai 1998 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XXV : Germes recherchés par rapport aux nombres

Germes à recherchés	Normes
Coliforme totaux	10 germe/ml
Coliforme fécaux	1 germe/ml
Staphylocoque	10 germe /ml
Levures et moisissure	Abs

3.3. Evaluation de la qualité microbiologique du « fromage frais » au cours du stockage

Pour détecter les germes responsables de l'impureté du produit « fromage frais », les paramètres physiques qui conduisent à une contamination microbiologique et aussi à la salubrité du produit, Nous avons suivi la qualité microbiologique du fromage frais « Petit-suisse » au cours de son stockage à 6°C et à 22°C. Les résultats sont regroupés dans le tableau XXV

Tableau XXVI : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini au cours de stockage

Temps Germes Recherchés	J ₀	J ₄	J ₈	J ₁₂	J ₁₆	J ₂₁	Normes : J.O.R.A n°3 daté du 2 Mai 1986
	Stockage à 6°C						
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10germes/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1germe/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10germes/g
<i>Salmonelle</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs/g
Levures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ² germes/g
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs/g
Stockage à 22°C							
Coliformes totaux	Abs	Abs	120	208	232	240	10germes/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs	32	50	144	192	1germe/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10germes/g
Salmonelle	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs/g
Levures	Abs	9	IND	IND	IND	IND	10 ² germes/g
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs/g

IND : indénombrable

Les résultats obtenues indiquent une absence totale de tous les germes recherchés (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, *Salmonelle*, levures et moisissures) durant la conservation

Partie expérimentale

du produit à 6°C. Donc, ce produit laitier présente une salubrité stable et une conformité aux normes fixées par le J.O.R.A n°35 daté du 27 Mai 1986.

Cependant, lors du stockage à 22°C, nous remarquons une contamination microbiologique qui est due à la présence des levures dès le 4^{ème} jour de la première semaine de conservation avec une valeur indénombrable, et à la présence des Coliformes totaux et Coliformes fécaux dans les deux dernières semaines avec des valeurs supérieures aux normes (Coliformes totaux est de 120 à 240 germes/g et Coliformes fécaux de 32 à 192 germes/g dont les normes fixées par le J.O.R.A exige que le nombre des Coliformes totaux doit être 10 germes/g et les Coliformes fécaux 1 germe/ g).

Nous pouvons conclure que la bonne qualité microbiologique du produit fini est due à la bonne qualité microbiologique de la matière première d'une part, et aux bonnes conditions opératoires de préparation ainsi qu'à la bonne température de conservation (6°C) d'autre part.

La présence de levures provoque le gonflement des pots de conditionnement par le dégagement de gaz car Les levures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité d'eau (Jean, 2011). Cette contamination microbiologique seraient due à d'un nettoyage insuffisant, un équipement de nettoyage non conforme et/ou les produits de nettoyage sont inefficaces et la conservation de produit à des températures inadaptées (22°C) pendant une période prolongée 21 jours.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre travail a porté sur l'étude d'un produit laitier de type fromage frais fabriqué au niveau de la laiterie d'ARIB située dans la wilaya de « Ain defla » dès la réception de sa matière première, au cours de la chaîne de fabrication, au conditionnement et pendant la durée de sa conservation pour avoir un produit laitier sain de bonne qualité nutritionnelle dans le marché d'une part et pour préserver la santé du consommateur et leur satisfaction d'autre part.

Le fromage frais est considéré comme un produit laitier très fragile d'après sa composition. Pour évaluer la qualité alimentaire et la sécurité sanitaire de fromage frais, nous avons fait des analyses physico-chimiques et un contrôle microbiologique de la matière première (lait de vache) jusqu'au produit fini, car la qualité de ce dernier, de l'origine et des conditions de fabrications dépendent de la qualité du lait au point de vue sanitaire.

Les résultats obtenus lors des différents contrôles de la qualité effectués sur dix prélèvements de chaque produit (lait cru, lait caillé, pâte maigre, pâte fraîche et produit fini) ont montré :

- Une qualité microbiologique et physico-chimique satisfaisante du lait cru.
- La qualité microbiologique et physico-chimique des matières entrant dans la fabrication de ce produit (lait caillé, pâte maigre, pâte fraîche) est également satisfaisante
- Une bonne qualité microbiologique et physico-chimique du produit fini (fromage frais) qui se traduit par une absence totale des germes recherchés.

Le suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques au cours de sa conservation pendant 21 jours (3 semaines) à des températures différentes (6°C et 22°C) a montré :

- Le produit conservé à 6°C reste stable (absence de tous les germes recherchés) jusqu'à la 3^{ème} semaine.
- Par contre, lors de la conservation à 22°C, il présente des Coliformes totaux, Coliformes fécaux, des levures et des moisissures dès la 2^{ème} semaine.

Donc, le fromage frais conservé à 6°C, présente une bonne qualité physico-chimique et microbiologique et répond aux besoins du consommateur.

Enfin, pour assurer une bonne qualité organoleptique, nutritionnelle, sanitaire et marchande du produit final, une stabilité microbiologique et physico-chimique durant sa conservation, nous recommandons de respecter des gestes d'hygiène simples (travail dans un environnement et avec du

Partie expérimentale

matériel propres et désinfectés, lavage et désinfection des mains, vêtements adaptés, évacuation des déchets, maintien de la chaîne du froid...), et l'utilisation d'équipements courants maintenus dans un parfait état de propreté.

ANNEXE 1

1. Matériel de l'analyse microbiologique

➤ Appareillage :

- Etuve réglable à différentes températures
- Bec bensen
- Réfrigérateur
- Four pasteur
- Bain Marie
- Balance
- Agitateur

➤ Verrerie et autres :

- Pipette pasteur stériles
- Tubes à essai
- Pipettes graduées de 10ml
- Boites de pétri
- Alcool
- Coton cadré

• Réactifs

- Phynol tonique

➤ Milieu de culture

- Milieux solides

- Gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA)
- Gélose HEKTOEN
- VRBL

- Milieux liquides

- Gélose PCA
- Gélose VRBL

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABDOUNE O. (2003)**. « Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie 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 » .mémoire de magister en science alimentaire, Constantine, 88 p.
2. **ALIAN BRANGER, MARIE-MADELEINE RICHER ET SEBASTIEN ROUSTEL., (2007)** : Microbiochime et alimentation. Educagri édition. 343p.
3. **AMELLAL R. (1995)**, « La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité Alimentaire et la réalité de la dépendance ». CIHEAM - Options Méditerranéennes, Série B, p 230-238.
4. **ANONYME (1995)**, « Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine ».FAO, Rome, p 194-195-200.
5. **ANONYME** <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fromage>.
6. **ANONYME (2000)**, « **Lexique** ». Centre d'enseignement laitière par correspondance .Ecole nationale d'industrie laitier et des industries agro-alimentaire, Surgères, P 105.
7. **ANONYME 2002**, « prévention de la pollution dans l'industrie laitier ».centre d'activité pour la production (CAR / PP) ; paris, p 61.
- 8.**ANONYME., (2009)** : Traite des vaches laitières : Matériel, installation, entretien. 1^{ère}édition. France Agricole, institut de l'élevage : 554p.
9. **BOURGEOIS CM, MESCLE J.F et ZUCCA J (1996)**, « **Microbiologie alimentaire** »^{2ème} édition, texte et document ; Lavoisier, paris, p 271-293.
10. **BEAL.C ET SODINLI., (2003)** : Fabrication des yaourts et des laits fermentés ; Ed : Doc. Volume F4. 16p.
11. **CAROL. L ET VIGNOLA. (2002)** : Science et technologie du lait, transformation du lait, Paris, Ecole polytechnique de Montréal, Canada. 600p

Références bibliographiques

12. **CODEX ALIMENTAIRE** : Codex Stan 288-1976
13. **DALPAL J-L (2004)** ; « fromage et vins : le livre des accords » édition Arténus, p
14. **DERRACHE H ;(1997)**. « Physiologie et biochimie de la nutrition » .édition Doin, paris, p20.
15. **DEBRY. G(2001)** « Lait, nutrition et santé », Edition: Technique et documentation. Lavoisier Paris: 273 pages.
16. **DHARAM P, et NAREND A R-P, (2007)** « indian traditionnel dairy Product On overview » RUV : international conference on traditional dairy foods NDIR ; KARNAL (India).
17. **EARLY R. (1998)**, « the technology of dairy products », second edition, Thomson Science, 428 p
18. **ECK A ET GILLIS J-C (1997)** « le fromage » Edition paris : technologie et documentation Lavoisier. Chapitre 21, P 711-712).
19. **FRANÇOIS M. LUQUET (1985)** ; Laits et produits laitiers, Tome1 : Les laits. De la mamelle à la laiterie, Sciences et techniques agro-alimentaires, édition Technique et Documentation – Lavoisier
20. **FRANÇOIS M (1990)** ; Laits et produits laitiers, Sciences et techniques agro-alimentaires, édition : Technique et Documentation – Lavoisier
21. **FRERIOT M et VIERLING E (2001)** «Biochimie des alimentations : diététique du sujet bien portant ».2e Edition. Doin éditeur, centre régional de documentation d'aquitaine. 2001.22p
- 22.**F.A.O, (1995)** Organisation des nations unier pour alimentation et l'agriculture: Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed F.A.O : 271p

Références bibliographiques

23. **F.A.O, (1998)**, « le lait et les produits Laitiers dans la nutrition humaine », alimentation et nutrition n°28.
24. **FONDATION DE TECHNOLOGIE LAITIERE DU QUEBEC**. « beurre et fraction de matière grasse laitière » auteur : Paul Angers. P 323)
25. **FROC J (2006)** ; Balade ou pays des fromages, les traditions fromagères en France, Ed, Quae, Versailles.239p
26. **GOUDEDRANCHE H, CAMIER-CAUDRON B, GASSI J-Y ET SCHUCK P ; (2001)** : Procèdes de transformation fromagerie (partie 1). Technique de l'ingénieur. Vol F, F6305. 15p.
27. **GRET., (2010)** : Transformation les produits laitiers frais à la ferme. 2^{ème} Ed. Educagri éditions. 232p.
28. **GROUPE D'ETUDE DES MARCHES DE RESTAURATION COLLECTIVE ET DE NUTRITION (GEM RCN), (juillet 2009)** : Lait et produit laitiers, spécification technique de l'achat public. Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi. P47.
29. **(GUYONNET J.P (2003)** « La matière grasse laitière, un formidable domaine de recherche» RLF, octobre 2003, n° 635, p.20-23).
30. **GUIRAUD J-N (2003)**. « Microbiologie alimentaire » DUNOD éditeur, paris. P 80
31. **GUIRAUD J P. (1998)**, « Microbiologie alimentaire », Tec et Doc Dunod, paris 234 P.
32. **GUIRAUD J-N ET VIERLING E., (2003)** « Aliment et boisson-Filière et Produit », 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation Pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).
33. **HAMMAMA A(1989)** ; « qualité bactériologique des fromages frais Marocaine » Institut Agronomique et vétérinaire « Hassan II Maroc »

Références bibliographiques

- 34. HASSAINYA J, PADILLA M ET TOZANLI S., (2006) :** Lait et produits laitiers en Méditerranée, des filières en pleine restructuration. Edition Karthala : 384p
- 35. HERMIER J, LENOIR F ET WEBER F., (1992) :** les groupes microbiens d'intérêt Laitier, Ed : CEPIL, Paris : p 559
- 36. JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P et BRULE G. (2008),** « Sciences des aliments.vol.2 », Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. p 449.
- 37. JEAN AMIOT(1993) :** Au fil du lait. Éditeur ENESAD / CNERTA)
- 38. LESEURR et MELIK N (1999),** « Lait de consommation In LUQUEE F.M, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre », Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages)
- 39. LEVEAU J-Y ET BOUIX M., (1993) :** Microbiologie industrielle : les Microorganismes d'intérêt industriel. Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p 612.
- 40. LUQUET F-M. (1985),** « Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre », Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie, Ed Tech. & Doc., Lavoisier, Paris : p 513.
- 41. LUQUET F M. (1986),** « le lait et les produits laitiers : vache, brebis, Chèvre ».Tome 3, Ed tec & doc, paris (France), p 349.
- 42. LUQUET F M. (1990),** « Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre », Qualité énergétique et table de matière de composition » technique et documentation Lavoisier ; 2^{ème} édition, Tome 2, p 637.
- 43. MAHAUT. M, JEANTET. R et BRULE. G., (2000) :** initiation à la technologie Fromager Ed : Tec et Doc. Lavoisier, Paris. 194p.
- 44. MAJDI A. (2009),** « Séminaire sur les fromages AOP et IGP » .INT-Ingénieur Agronomie ,88p
- 45. MEDOUNI Y. BOULAHCHICHE N et BRAHIMI R. (2005),** «Rôle de la femme Rurale dans le système de production agropastorale», Cas de la fraction Ouled Baida Région de Djelfa (steppe centrale).option: Méditerranéennes.

Références bibliographiques

46. **MOHAMED RIGHI (2006)**, « Microorganismes en action : le yaourt », PISTES, FSE, Université Laval.
47. **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, ORGANISATION DES NATIONS UNIE POUR ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. (2001)** : Codex alimentaire, lait et produits laitiers. Ed : FAO/OMS, 2^{ème} édition. 136p.
48. **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, ORGANISATION DES NATIONS UNIE POUR ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. (Rome 2011)** : Codex alimentaire, Lait et produits Laitiers. 2^{ème} édition.269 p
49. **PARENTE E ET COGAN T M. (2004)**, «Starter cultures: général aspects ». In: Fox P F., Mcsweeney P L H., Cogan T.
50. **PERDIGON G (2005)** « Les laits fermentes du monde. Afrique du Sud : Safari Nutrition ». 5 p. Portos
51. **PRESCOTT J-P ; MARLEY J-P ; KLEIN D-A ; (2010)**, « Microbiologie » Bruxelles, boeck et lavoisier ; p 435-437.
52. **ROUDAUT H et LEFRANQ E. (2005)**, « Alimentation théorique ». Doin éditeur, centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine, p 120.
53. **TOUATI K. (1990)**, « Contribution à l'étude microbiologique et physico-chimique d'un fromage artisanal Algérien (La Klila) », Mémoire d'ingénieur, Université Mentouri Constantine, p 95.
54. **VIERLING E., (1999)** « Aliment et boisson-science des aliments », doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France:11, p 270.
55. **VIERLING E ; 2008**, aliment et boissons : filière et produit Ed DOIN, 3ème Édition. Codex, p 109
- .

Références bibliographiques

- 56. VEISSEYRE R., (1979):** Technologie du lait : constitution, Récolte, Traitement Et transformation du lait, 3^{ème} édition, Paris : p714.
- 57. VERDIER - Metz I ; MICHEL V ; M-C ; (2009).** « Do milking practice. Influence the bacterial diversity of raw milk » RUV: food microbial: p 305-310.
- 58. VIGNOLA C- L. (2002),** « Science et technologie du lait », Edition presses Internationales polytechniques, Canada ISBN, p 600.