

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité Microbiologie Appliquée



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

*Contribution à l'optimisation de la
fabrication d'un fromage frais artisanal
en utilisant du latex de figuier*

Présenté par M^{elles} :

Cherradou Zahra et Azidane Linda

Soutenu le : 20 Juin 2018

Devant le jury composé de :

M^{me} : IDRES-IMADALOU Nacira

MAA

Présidente

M^{me} : BENDALI Farida

Professeur

Encadreur

M^{me} : NOURI-SAIDANI Karima

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2017 / 2018

Dédicaces

Je dédie ce travail

*Aux mémoires de mon Père et mes deux Grands père SAID et MOHEND AKLI et ma
grande mère THAZOUZTH*

*A celle qui a donné, par sa présence, un sens à mon existence, celle qui m'a appris
d'être femme et que dans la vie l'amour est sans compter,*

A celle qui m'a soutenu nuits et jours et durant tous mon parcours.

Pour toi MAMAN le plus beau bienfait que le seigneur m'a donné.

Je dis merci.

A ma très chère grande mère maternelle DJIDA ZAHRA,

A mon adorable et unique grande sœur GHANIA,

A mes chères tantes ; NAIMA et KHALTI KHOUKHA,

A mes oncles, et leurs épouses,

A mes cousines et cousins,

A mes copines de chambre A306,

A mon binôme LINDA et son adorable famille,

A mes très chers chats Chentouf, Pita, Titoufe

A tous mes amis(es),

Et à tous les étudiants de la promotion

Master MA 2017-2018

ZAHRA

Dédicaces

À Mon cher père qui ma beaucoup aidé avec son soutien tout au long de mes études.

À Ma chère mère qui ma entouré avec sa tendresse et qui n'a cessé de prier pour moi.

À mes adorables frères: AZOUAOU ET FAWZI

À mon adorable et unique sœur :RIMA que j'aime profondément.

À MES GRANDS PARENTS MATERNELLES

À tout le reste de la famille : oncles, tantes, cousines et cousins.

À tous mes amis (es).

À mes copines de chambre E 314

À mon binôme : ZAHRA et à son adorable famille.

Et à toutes les promotions Master MA 2017-2018

LINDA

REMERCIEMENTS

On adresse en premier lieu toute notre reconnaissance au bon Dieu tout puissant pour nous avoir permis d'en arriver là, car sans lui rien n'est possible.

Au terme de ce travail, il est agréable de présenter nos remerciements les plus sincères à Madame BENDALI Farida , pour nous avoir proposé ce sujet si intéressant et d'avoir acceptés de nous encadrer et de nous orienter tout au long de notre travail avec ses judicieux conseils et sa constante disponibilité ,c'est grâce à sa compétence et indulgence que ce travail a pu être réalisé.

Nous remercions également Madame IDRES née KERAMANE Badria , d'avoir accepté la présidence du jury de notre soutenance, son évaluation ne pourra que rehausse la qualité de cette étude.

Nous tiens à remercier Madame NOURI née SAIDANI Karima d'avoir accepté d'examiner ce document et d'apporter ses remarques et suggestions

Nous remercions aussi l'ensemble du personnel travaillant au laboratoire de Microbiologie (bloc 09) et du laboratoire de Microbiologie appliquée (LMA)

Nos remerciements vont également à nos enseignants qui ont accompagné pendant notre cursus universitaire.

On tient à remercier tous le personnel de la faculté SNV de nous avoir aidé à réaliser ce projet. Merci infiniment pour les efforts fournis.

Nos plus vifs remerciements à nos parents, nos familles, et nos amies.



Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

BPH : Bonnes Pratiques d'hygiène.

CMP : Caséinomacropéptide.

En. : Enterococcus

EST: Extrait Sec Total.

EVA: Ethyl Violet Azide.

FAO: Food and Agriculture Organization.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

GC :Giolitt-Cantoni .

ISO : International Standardization .organisation

J.O.R.A : Journal Officiel de la république Algérienne.

κ-CN : Caséine kappa

Lb :*Lactobacillus*

Lc. : *Lactococcus*

MG: Matière Grasse.

MG/ES: Matière Grasse/Extrait Sec

MRS: de Man Rogosa et Sharpe

NaOH : Hydroxyde de Sodium.

NF : Norme Française.

PCA: Plate count Agar.

pHi : pH isoélectrique.

S. : *Staphylococcus*.

SM : Solution Mère.

TEF : Teneur En Eau Dans Le Fromage .

UFC : Unité Formant Colonie.

VF : Viande - foie

VRBL : Violet Cristal Rouge neutre Bile Lactose.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Composition moyenne du lait de vache (g/l)	6
02	Latex de figue	10
03	Analyse microbiologique et physicochimique du lait cru	13
04	Collecte du latex	17
05	Diagramme de fabrication du fromage frais artisanal	18
06	Résultat du test réductase du lait après 03 heures	25
07	Aspect du lait lactofermenté après 24 heures d'incubation	25
08	Résultats des analyses microbiologiques du lait cru (Chemini).	26
09	Formation et moulage du caillé	28
10	Teneur en EST g/100g des trois fromages fabriqués	28
11	Teneur en MG (g/100g) des trois fromages fabriqués	28
12	Valeurs du rapport G/S (g/100g) des trois fromages fabriqués	29
13	Teneur en sucres réducteurs (g/100g)des trois fromages fabriqués	29
14	Teneur en eau des trois fromages (%)	30
15	Teneur en azote (droite) et en protéines totales (gauche) des trois fromages fabriqués (g/100g)	31
16	Taux de la flore mésophile totale retrouvé dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	32
17	Taux de la flore lactique et <i>Lactobacillus</i> retrouvé dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	32
18	Taux des Lactocoque retrouvé dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	33
19	Taux de coliformes fécaux et taux de coliforme totaux retrouvés dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	33
20	Taux des Entérocoque retrouvé dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	34
21	Taux des <i>Staphylocoque</i> retrouvé dans les trois échantillon de fromage frais artisanal	35

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition moyenne pour 100g de fromage type « petit suisse »	5
II	Origine des différentes enzymes utilisées pour coaguler le lait	9
III	Plantes locales d'Algérie utilisées pour la coagulation du lait	10
IV	Flores dénombrées et dilution utilisées dans l'analyse microbiologique du fromage	19
V	Valeurs du pH des différents laits cru collectés	24
VI	Valeurs de l'acidité Dornic des différents laits crus collectés	24

Liste des tableaux en annexes

N°	Titre
I	Composition moyenne du lait de vache
II	Flore originelle du lait cru
III	Classement de lait en fonction du test du réductase
IV	Composition moyenne pour 100g de fromage frais
V	Normes Algériennes pour le lait cru
VI	Normes Algériennes pour le fromage frais
VII	Gélose PCA
VIII	Gélose MRS
XI	Gélose M17
X	Additif M17
XI	Gélose Viande Foie
XII	Gélose Saboraud
XIII	Gélose Slanetz et Bartley
XIV	Gélose VRBL
XV	Gélose Baird Parker
XVI	Bouillon Roth
XVII	Bouillon Evalitsky
XVIII	Bouillon Giolliti-Cantoni
XIX	Résultats de l'analyse microbiologique du lait cru.
XX	Résultats de l'analyse microbiologique des trois fromages .

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Synthèse bibliographique	
I – Fromage	3
I – 1 Définition	3
I – 2 Différentes types de fromage.....	3
II Fromages frais.....	4
II - 1- Définition	4
II - 2 - Différentes types de fromages frais.....	4
II -3 - Composition et valeur énergétique	5
II - 4 - Valeur nutritionnelle	5
III Le lait (matière première).....	6
IV Etapes de fabrication (Fromage frais).....	7
IV-1- Maturation.....	8
IV -2- Coagulation du lait.....	8
IV -3- Egouttage	11

Matériel et méthodes

I –Collecte du lait.....	13
I - 1 Vérification rapide de la qualité du lait.....	14
I -1 -1 Mesure de pH.....	14
I – 1 -2 Détermination de l'acidité titrable.....	14
I - 1 -3 Test de lactofermentation et verification indirecte de l'absence antibiotique.....	14
I -1- 4 Test de réductase.....	14
II -2 Analyse microbiologique.....	14
II -2-1 Dénombrement et recherches de différentes flores.....	15

III - Collecte du latex de figuier.....	16
III - 1 - Etude préliminaire.....	17
III -2 - Caractéristiques de l'extrait coagulant.....	17
IV-Etapes de fabrication du fromage frais artisanal.....	18
V-1 Analyse microbiologique.....	18
V-2 Caractérisation physico-chimique.....	19

Résultats et discussion

I- Analyses du lait cru	24
I-1. Mesure du pH des différents laits cru collectés	24
I-2. Détermination de l'acidité Dornic.....	24
I-3.Estimation de la charge microbienne du lait cru : épreuve au bleu de méthylène.....	25
I-4. Test de lactofermentation	25
I-5. Analyses microbiologiques.....	26
II-Fabrication du fromage frais artisanal	26
II. 1. Analyses physico-chimiques du fromage.....	27
III. 2. Résultats des analyses microbiologiques du fromage	31
Conclusion.....	36

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Les aliments traditionnels font partie du patrimoine de chaque peuple et nous rencontrons et vivons des recettes, entourées d'un savoir-faire ancestral transmises de génération en génération. Parmi ces aliments, les fromages traditionnels (**Fox et al., 2000 ; Hayaloglu et al., 2002**).

La fabrication des fromages artisanaux, surtout ceux à base de lait cru est fortement liée au territoire par le biais de la composition du lait tant dans sa composante biochimique que microbiologique (**Michel et al., 2001**).

En technologie fromagère la coagulation du lait est une étape essentielle dans laquelle l'utilisation d'une enzyme protéique est indispensable (**Alais, 1975**).

Depuis quelques années, on note une diminution progressive des disponibilités de présure animale destinée à l'industrie fromagère. Cette diminution a suscité de nombreux travaux de recherche pour l'obtention d'enzymes de remplacement à partir d'autres sources (**Sardina, 1969**).

D'une part, cette diminution de la disponibilité résulte de l'obligation d'éviter l'abattage de veaux avant sevrage ainsi que sa production à partir des caillettes qui restent un sous produit de la viande et d'autre part. Les besoins protéiques de l'alimentation ont déterminé une plus forte demande des produits fromagers, donc l'augmentation de la consommation de la présure est due à la croissance de la fromagerie industrielle (**Genin, 1968 ; Alais, 1971**).

D'autres raisons sont aussi évoquées telles que:

Les raisons religieuses ou philosophiques qui font, que certains pays exigent des enzymes provenant d'animaux licites ou d'origine non animale (**Alais, 1971**).

Actuellement, l'industrie fromagère subit une crise dans l'approvisionnement de présure animale, cette situation a conduit de nombreux chercheurs à s'intéresser aux nouvelles sources d'enzymes coagulantes, notamment les enzymes d'origine végétale et microbienne (**Alais, 1971**).

L'Algérie ne fait pas l'exception, en 2011, selon l'Office National des Statistiques (O.N.S, 2011) près de 25 mille tonnes de fromages ont été vendus dans le marché Algérien. soit une consommation de l'ordre de 0,62 Kg/habitant. Les fromageries Algériennes ont utilisé 1,5 tonne de présure et/ou ses succédanés ; cette quantité totalement importée a coûté une valeur de plus de 102 mille dollars l'équivalent d'environ 7,5 millions de DA.

Cette grande dépendance de l'Algérie vis-à-vis des fournisseurs étrangers en présure traditionnelle et/ou ses succédanés, a attiré notre attention sur la recherche de sources locales productrices d'agents coagulant le lait.

La coagulation du lait peut venir de pratiques que l'on retrouve dans le monde entier, par l'emploi, non pas d'acide lactique ou d'enzymes animales, mais d'extraits végétaux (**Froc, 2001**). Il existe, dans divers pays, des plantes susceptibles de fournir des enzymes ayant la propriété de coaguler le lait. On connaît de nombreux travaux anciens, datant du début du siècle, signalant l'emploi d'enzymes végétales. Certains extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales **Chodat et Rouge (1906)** avaient signalé l'emploi d'enzymes provenant du figuier et par la suite **Gerber** avait extrait la ficine du latex de *Ficus carica*.

En fait, la préparation d'un fromage frais artisanal par la coagulation du lait à l'aide de latex du figuier est une technologie originale spécifique à la région de Kabylie et d'autres régions Algériennes. Or cette pratique traditionnelle faisant partie du patrimoine culinaire du pays est en train de se perdre et mériterait d'être étudiée en vue d'une meilleure adaptation au marché et au consommateur d'aujourd'hui.

L'extrait en question est connu et utilisé depuis une époque lointaine pour la fabrication des fromages traditionnels Algériens. L'objectif du présent travail est de bien connaître le latex obtenu à partir du figuier (une matière première largement ré pondue en Algérie), et d'étudier en même temps les possibilités de son emploi dans l'industrie fromagère. Pour atteindre cet objectif nous avons procédé comme suit :

La première partie est une synthèse bibliographique qui donne un aperçu sur le lait flore originelle), du fromage frais et les succédanés de la présures(Latex du figuier)

La deuxième partie, est relative à la démarche expérimentale qui porte sur:

- La sélection de lait collecté par différents régions ;
- Les tests préliminaires pour la coagulation du lait ;
- Le processus pour la fabrication de fromage frais artisanal ;
- une optimisation du volume de latex de figuier pour fabriqué le fromage frais artisanal à partir du lait cru ;
- Les analyses microbiologique et physico-chimique du fromage frais artisanal ;

La troisième partie est consacrée aux résultats et à la discussion.

Synthèse bibliographique



I Fromage

I-1- 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 en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse (Zeller, 1980).

Le fromage, selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait .On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; on peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant les caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente (FAO, 1978; St-Gelais et Tirard-Collet, 2002).

I-2-Classification des fromages

La diversité des modes de fabrication des fromages et la variété des produits obtenus, ont conduit les spécialistes à des classifications usuelles. La classification la plus explicite est celle de Pernodet (1984). Les fromages sont classés en fonction de la méthode de caillage (lactique ou présure), du mode d'égouttage et du type d'affinage appliqué :

I.2.1. Fromages frais à pâte fraîche

Ce sont des fromages très humides (car peu égouttés), ils sont consommés sans être affinés, additionnés habituellement de sel, d'aromes ou de sucre. Exemple : fromage blanc.

I.2.2. Fromages à pâte molle

C'est le produit d'un caillage mixte. Il présente une pâte molle presque fondante due à la protéolyse pendant l'affinage. Cette pâte est revêtue de moisissures blanches de *Penicillium camembertii*. Exemple : le camembert.

I.2.3. Fromages à double présentation

Ces fromages sont une transition entre les fromages frais du point de vue de la technologie et de la composition physico-chimique, et les fromages à pâtes molles (à croûte fleurie ou lavée). Leur croûte est le support de cultures fongiques ou bactériennes. Exemple : le Sait Florentin.

I.2.4. Fromages à pâte persillée

Ce sont des fromages dont la pâte est sillonnée intérieurement de marbrures verdâtres ou bleuâtres, constituées par les filaments mycéliens de la moisissure *Penicillium glaucum*, le plus connu de ces fromages est le Roquefort.

I.2.5. Fromages à pâte pressée

Ce sont des fromages dont la pâte a subi un pressage mécanique, leur lente maturation leur donne une saveur subtile. Exemple : Le Cantal, le Cheddar.

I.2.6. Fromages à pâte pressée cuite et non cuite

Ce sont des fromages de gros format, ayant subi un traitement thermique notable. Ils sont caractérisés par la présence d'ouvertures conséquentes au développement de bactéries propioniques. Exemple : l'Emmental, le Gruyère.

I.3.7. Autres types de fromages

Dans cette catégorie, sont classées les pâtes filées, le Feta, le Metton, les fromages séchés, les fromages aromatisés et les fromages de type sarde.

II- Fromage frais ou fromage à pâte fraîche

II-1- Définition

C'est un produit, fermenté ou non, obtenu par la coagulation du lait, de la crème ou de leur mélange, suivie d'égouttage et contenant au minimum 23 g de matière sèche pour 100 g de fromage (**Grospiron, 1988; Larpent, 1997**). Ils sont consommés, comme leur nom l'indique sans être affinés. La gamme des fromages frais est vaste, ils peuvent être nature, aromatisés, allégés en matière grasse, enrichis en crème, avec des morceaux de fruits, sucrés ou édulcorés (**Veisseyre, 1975; Trémolières et al., 1984; St-Gelais et Collet, 2002**).

II-2- Différentes types de fromage frais

Les fromages frais présentent une grande diversité selon le degré d'égouttage du coagulum et la teneur en matière grasse du lait mis en œuvre (**Mahaut et al., 2000**).

On classe les fromages frais, selon le taux de matière grasse, en quatre catégories:

1 Le fromage blanc, fermenté ou non: il est commercialisé avec le dénominateur « frais » lorsqu'il renferme une flore vivante. Il contient de 0 % à 40 % de MG.

2 Le petit suisse: il est défini comme un fromage frais de forme cylindrique renfermant au minimum 40 % de MG (pour ceux de 30 g) et 60% de MG (pour ceux de 60 g). On ajoute de la crème au caillé égoutté.

3 Le fromage aromatisé ou à tartiner: le caillé égoutté est aromatisé à l'ail, aux fines herbes, au poivre, aux raisins secs...Il est souvent enrichi en crème.

4 Le demi-sel: c'est un fromage frais salé contenant 40 % de MG au minimum (Syndifrais , 2002).

Selon le mode d'égouttage, on distingue:

1 **Les pâtes lisses:** égouttage par centrifugation (nature, maigre, teneur en MG variée,...).

2 **Les pâtes non lissées:** type compagne moulé à la louche ou en faisselle, égouttage spontané, statique (sans action mécanique) (Eck et Gillis, 2006).

II-3- Composition et valeur énergétique

La composition du fromage frais dépend de la composition du lait d'origine et de la technologie mise en œuvre (Mahaut et al., 2000). La composition et la valeur calorique moyennes des fromages frais sont présentées dans le tableau I.

Tableau I. Composition moyenne pour 100 g de fromage frais (petit suisse) (Eck et Gillis, 2006).

Constituants		Teneur
Eau	(g)	79,00
Energie	(kcal)	118,0
Glucides	(g)	4,00
Lipides	(g)	7,50
Protéines	(g)	8,50
Calcium	(mg)	100,0
Phosphore	(mg)	140,0
Magnésium	(mg)	10,00
Potassium	(mg)	130,0
Sodium	(mg)	40,00
Zinc	(mg)	0,50
Vitamine A	(UI)	170,0

UI : Unité Internationale

II-4- Valeur nutritionnelle

Les fromages frais constituent une forme de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore. Les qualités nutritionnelles et organoleptiques du fromage frais sont très appréciées par l'Homme (Mahaut et al., 2000).

Ce dérivé lacté présente des valeurs énergétique et nutritionnelle plus élevées, en raison d'un taux plus favorable en acides aminés essentiels et notamment en acides aminés soufrés (FAO, 1995).

III - Le lait (la matière première)

La qualité du lait de fromagerie peut être définie comme son aptitude à donner un bon fromage dans les conditions de travail normales avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit : sa composition chimique notamment sa richesse en caséines, sa charge microbienne, la nature de sa microflore et son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de son comportement vis-à-vis de la présure (Hermier et al., 1992 ; Thapon, 2005).

III-1-1 Composition moyenne du lait

La composition moyenne du lait de vache est représentée dans la **figure 01**, elle fait apparaître les grandes catégories des constituants du lait : eau, lactose, matière grasse, protéines et les constituants salins mais ne nous révèle pas la multitude de ses substances et la complexité de sa composition., ainsi que d'autres éléments qui sont les enzymes et les vitamines (Paccalin et Galantier, 1986).

La composition générale du lait de vache est variable selon, la race de l'animale, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge de l'animal (Amiot et al., 2002).

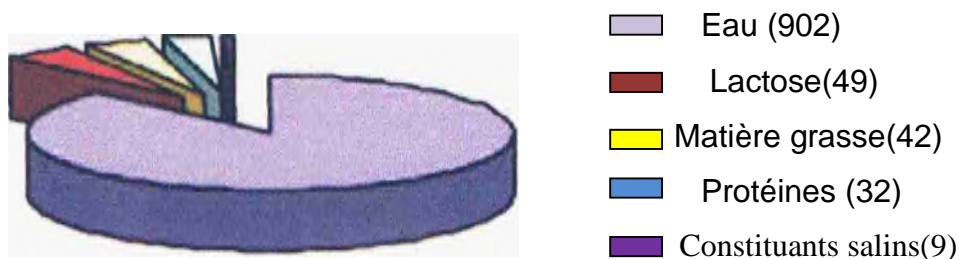


Figure 01 : Composition moyenne du lait de vache (g/l)

III-1-2 Composition microbiologique du lait

✚ Flore originelle

Lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, le lait contient essentiellement des mésophiles (Vignola et al, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 1998) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Sutherland et Varnam, 2001).

✚ Flore pathogène

Des microorganismes peuvent se trouver dans le lait, lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : comme *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, staphylocoques, etc..... Il peut s'agir

aussi des bactéries d'infections générales comme : *Brucella*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* sp. *Mycobacterium bovis* et *M.tuberculosis*, *Bacillus anthracis*, *Coxiella burnetii*, ou de microorganismes de contamination du lait. (Prescott et al., 2003)

Flore d'altération ou de la réfrigération

Il s'agit essentiellement de : *Acinetobacter*, *Pseudomonas* et *Flavobacterium* qui se développent à une température entre 3 à 7°C (Leveau et Bouix, 1993) et *Listeria monocytogenes* capable de se multiplier aussi à des températures basses (Rosset, 2001).

IV Etapes de fabrication d'un fromage frais

Selon Brule *et al.* (1997), le fromage frais artisanal est fabriqué à partir du lait de vache. La transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales, ces dernières peuvent être précédées par une opération de standardisation du lait, qui comprend l'ajustement du pH d'emprésurage pour faciliter la coagulation du lait, l'ajout de minéraux, la réduction de la teneur en lactose, l'ajustement de la teneur en matière grasse et/ ou en protéines (Vignola C, 2002).

IV-1- Maturation

C'est l'incubation du lait cru à température ambiante pendant un temps variable de façon à favoriser la multiplication d'une flore lactique qui va jouer un rôle important dans l'acidification du lait. Cette maturation peut être spontanée ou provoquée par adjonction de levains. Le recours à des levains artificiels du commerce n'est cependant pas toujours une nécessité absolue, car le fermier producteur de lait a lui-même la possibilité de cultiver un levain naturel à partir de la flore contenue dans son propre lait (Randazo *et al.*, 2002).

IV-2- Coagulation

La coagulation, correspond à une modification physico-chimique des micelles de caseine sous l'action d'enzyme protéolytique et /ou d'acide lactique, est l'étape durant laquelle le lait passe de l'état liquide à l'état solide en formant un gel. C'est à ce moment que débute la formation d'un réseau protéique tridimensionnel. La coagulation se produit en résultat de la déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait, dans la pratique, cette déstabilisation est réalisée par trois manières (Goudédranche *et al.*, 2001) :

➤ Par voie acide

Grace aux bactéries lactiques, présentes naturellement dans le lait ou apportées sous forme de levains, le lactose du lait est fermenté en acide organique provoquant l'abaissement

du pH. Lorsque le point isoélectrique des caséines est atteint **pH=4.65**. La totalité du phosphate de calcium est dissoute et les micelles sont complètement déstructurées ce qui entraîne leur précipitation.

➤ **Par voie enzymatique**

Il y a un grand nombre d'enzymes protéolytiques (**Tableau II**) ayant la propriété de coaguler le lait, certaines sont d'origine animale comme la présure (composée de 80% de chymosine et 20% de pepsine), d'autres sont d'origine végétale comme la cyprosine et le cardosine (gaillet, figuier et chardon), ou microbienne (*Mucor pusillus*, *Mucor meihei* et *d'Endothia parasitica*) (**Veisseyre, 1975**).

Tableau II : Origine des différentes enzymes utilisées pour coaguler le lait (**Mietton , 1991**)

Origine		Enzyme
Animale	Ruminant : -Veau -Chevreau -Agneau -Bovin adulte	Chymosine +Pepsine
	Porc Poulet	Pepsine porcine Pepsine aviare
Végétal	Figuier Chardon+artichaut Ananas (tige)	Ficine Cardosine A et B Bromeline
Microbienne	Moisissure : - <i>Mucor mehel</i> - <i>Mucur pusillus</i> - <i>Aspergillus niger</i>	Protéase de Mm ,Mp ,Cp Chymosine « génétique »
	Levures : - <i>Kiuywromyes lactis</i>	Chymosine « génétique »
	Bacterie : - <i>Echerichia .coli</i> - <i>Bacillus subtilis</i>	Chymosine « génétique »

❖ **Agents coagulants d'origine végétale**

- Ces substances sont quelques fois qualifiées de succédanés de présure ,en fromagerie
- Les enzymes coagulantes d'origine végétale sont des protéases à SH, selon la classification internationale (**Denyie et al., 1981**)

- Le suc de nombreuses espèces végétales peut coaguler le lait à titre d'exemple: le latex de figuier.

Tableau III : Plantes locales d'Algérie utilisées pour la coagulation du lait (**Talantikite-Kellil , 2015**)

Nom scientifique	Nom commun		
	Français	Anglais	Algérien
<i>Cynara scolymus</i> L.	Artichaut	Artichocke	Karnoune
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Cardon	Cardoon	Thaga/ khorchef
<i>Seneciojacobaea</i> L.	Séneçon	Ragwort	Debouz-el-arabe
<i>Ficus carica</i> L.	Figuier	Fig tree	Kerma

- **Le figuier**

Le figuier, dont le nom botanique est *Ficus carica* L., a un qualificatif générique qui signifie verrue pour *Ficus* (le lait de figuier pour soigner la verrue) et *carica* signifie originaire de la Carie, ancienne province d'Asie mineure (Turquie actuellement) (**Dehgan, 1998**). Il appartient à la famille des Moracées dont la spécificité est celle de contenir du latex. Il comprend environ 1500 espèces classées en 52 genres dont le genre *Ficus* (**Vidaud, 1997; Lespinasse et Leterme, 2005 ; Rameau et al., 2008**).

- **Le latex**

Le latex est un liquide visqueux de couleur blanche (figure 4), largement distribué dans la plante (**Kim et al., 2003**). Il contient divers métabolites secondaires comme les composés phénoliques et des protéases à cystéine (**Agraval et Komo, 2004**). Le latex est constitué de caoutchouc, résine, albumine, sucre, acide malique, enzyme proteolytique, diastases, estérases, lipases, catalase et peroxydases (**Baby et Raj, 2011**). Parmi les enzymes les plus exploitées nous avons la ficine.

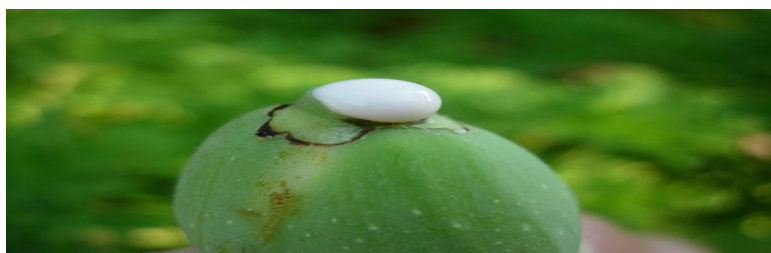


Figure 02 : Latex de figue (www.blogs-afrique.info)

- **La ficine, ficaine (EC 3.4.22.3)**

La ficine est composée de 210 résidus d'acides aminés, son site actif est constitué de deux acides aminés qui sont la cystéine (**CYS-25**) et l'histidine (**HIS-159**). La ficine est une protéase à cystéine avec une large spécificité d'hydrolyse des liaisons contenant des acides aminés non chargés, aromatiques et/ou hydrophobes (**Di Piero et al., 2014**). Le clivage de la liaison Phe105-Met106 de la κ -caséine par la ficine est similaire à celui de la chymosine. D'autre part, la ficine manifeste une activité protéolytique excessive due à l'action non spécifique envers les autres caséines (**Walstra et al., 1999**). Par conséquent, le temps de coagulation diminue mais elle mène à la formation de peptides amers, à l'affaiblissement de la concentration du lait caillé et à la dissociation du caillot ce qui affaiblit le rendement du lait caillé (**Akar et Fadyloglu, 1999; Payne, 2009**).

- **Par voie mixte**

C'est le Résultat de l'action conjointe de la présure et de l'acidification lactique dans la pratique industrielle. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement sous l'action dominante de la présure (**Fao, 1996**).

III -2 -3 Égouttage

Dans un coagulum laissé au repos, l'égouttage se traduit par une élimination progressive du lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel. Il s'agit donc d'une phase essentielle qui conditionne directement la composition du fromage. Le lactosérum est constitué, par la plus grande partie, des éléments solubles du lait (lactose, sels minéraux et protéines sériques) et quelques fractions insolubles mineures (composés azotés, matières grasses) qui sont en effet expulsées du gel conjointement à l'eau. A l'opposé, la quasi-totalité de la caséine et des matières grasses se retrouvent dans le fromage sous forme plus ou moins concentrée en fonction de la teneur en lactosérum résiduel (**Eck et Gillis, 1997**).

➤ **Egouttage du coagulum acide**

Les gels acides, sont très friables et constitués d'un réseau de caséines déminéralisées sans structure réticulée, contrairement au caillé enzymatique. Le coagulum présente une forte perméabilité.

➤ **Egouttage du coagulum enzymatique**

- Ce genre de coagulum est constitué d'un réseau de caséines bien organisé.
- Lors de la réticulation, des liaisons se créent à l'intérieur de ce réseau.
- Conduisant à la rétractation du gel et l'expulsion d'une partie du lactosérum contenu dans les mailles du réseau protéique.
- Ce type de gel présente une forte porosité, mais une perméabilité faible; c'est pour cela pour rompre cet état, il est nécessaire de faire appel à une action mécanique (**Mahaut et al., 2000**).

➤ **Egouttage du coagulum mixte**

Les propriétés de ces gels, ainsi que leur aptitude à l'égouttage sont intermédiaires entre celles des gels obtenus par voies enzymatique et acide; la structure du gel acquiert au cours de l'acidification une certaine perméabilité favorisant la poursuite de l'égouttage. La difficulté pour ce type de gel réside dans l'acidification qui conditionne l'égouttage. Il existe un grand nombre de combinaisons conduisant à l'état d'équilibre entre le comportement rhéologique et l'aptitude à l'égouttage souhaité du gel, qui se traduisent par une très grande diversité des fromage frais (**Mahaut et al., 2000**).

Matériel et méthodes



Le travail est réalisé au niveau du Laboratoire de Microbiologie générale 1 (bloc 9, Faculté SNV, Université Abderrahmane MIRA –Bejaia).

La méthodologie globale de l'optimisation du fromage frais artisanal est répartie en trois étapes :

- ❖ Analyses microbiologique et physico-chimique du lait cru,
- ❖ Production des fromages frais artisanaux avec une variation de volume de l'extrait à chaque fabrication,
- ❖ Analyses microbiologique et physico-chimique du fromage frais artisanal.

I- Collecte du lait

La collecte du lait a été réalisée à 4 h du matin, il s'agit de laits de mélanges. Trois échantillons de lait sont collectés de 3 régions de la wilaya de Béjaia (Oued Ghir, Amizour et Chemini), et transportés sous conditions réfrigérées (4°C) dans une glacière. Une fois arrivés au laboratoire, des analyses microbiologique et physico-chimique des échantillons du lait (1 L) sont immédiatement réalisées. Il s'agit en premier lieu de tests permettant la sélection d'un lait de bonne qualité pour son utilisation dans la fabrication fromagère. À cet effet, quatre tests sont utilisés : mesure du pH, test de lactofermentation, test de réductase, et dénombrement de la flore totale. Par la suite, une fois le lait est sélectionné, différentes analyses microbiologique et physico-chimique (**figure 3**) sont effectuées.

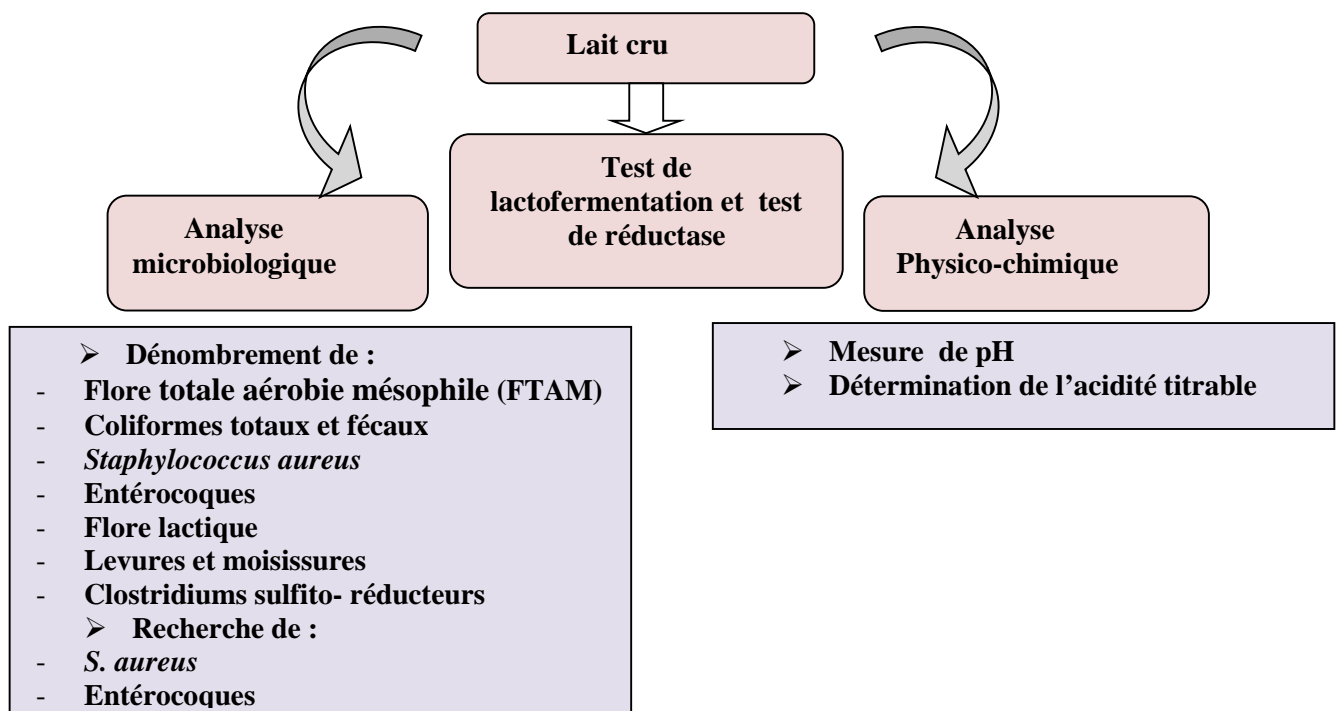


Figure 03. Analyses microbiologiques et physico-chimiques du lait cru

I -1 Vérification rapide de la qualité du lait

I-1-1 Mesure du pH

La mesure du pH est réalisée directement en plongeant l'électrode du pH mètre (Bante, Chine) dans un bécher contenant 10 ml de lait à analyser.

I-1-2 Détermination de l'acidité titrable

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium à N/9 en présence de phénolphthaléine (Merck, Darmstadt) (3 gouttes) préparée à 1 %, comme indicateur coloré, qui indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pale). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) (Mathieu, 1998).

L'acidité en degré Dornic est égale :

$$\text{Acidité (°D)} = V \times 10$$

V : Volume en millilitres de la soude nécessaire au titrage est 10

I-1-3 Test de lactofermentation et vérification indirecte de l'absence d'antibiotiques

Un tube contenant 10 ml de lait est incubé à l'étuve (30°C) (Incucell, Allemagne). La lecture est effectuée après 24 h.

I-1-4 Test de réductase

Ce test renseigne sur la quantité de microorganismes présents dans le lait; il est réalisé par l'addition de 0,1 ml d'une solution de bleu de méthylène 0,5 % (m/v, Biochem Chemphana, Canada) stérile dans un tube à essai contenant 10 ml de lait. Après agitation, le tube est incubé à 37°C. Une observation est effectuée au bout de 30 min, 1 h 30 min et de 3 h (Guiraud, 1998).

I. 2 Analyse microbiologique

I-2-1 Recherche des entérocoques

Le test consiste en l'ensemencement de 100 µl de lait dans 5 ml de milieu de Roth (Himedia, Inde) , incubation (étuve Incucell, Allemagne) à 37°C pendant 24 - 48 h, puis repiquage de 100 µl à partir d'un tube positif (trouble) dans du bouillon EVA (Ethyl- Violet-Azide)-Litsky (Liofilchem, Italie) et incubation à 37°C. Après 24 h d'incubation, un isolement est réalisé en stries à la surface de la gélose Slanetz-Bartly (Conda, Espagne) et les boîtes sont incubées à 37°C/ 24-48 h (Guiraud, 1998).

I-2-2 Recherche de *Staphylococcus aureus*

Pour réaliser ce test, 1 ml de lait est inoculé dans 5 ml de milieu de Giolitti- Cantoni (GC , TM ,Inde) puis incubé (étuve Incucell, Allemagne) à 37°C/24 h. A partir d'un tube positif (noircissement), un ensemencement en stries est réalisé à la surface de trois boites de gélose de Baird Parker (Conda, Espagne) . Les boites sont par la suite incubées à 37°C/24 h. La gélose Baird Parker est préparée en ajoutant 5 % (v/v) d'une solution de jaune d'œuf préparée à 50 % (m/v) dans de l'eau physiologique et 0,3 % (v/v) de tellurite de potassium (Sigma-Aldrich, Allemagne).

I-2-2 Dénombrements

❖ Préparation des dilutions décimales

Dans des conditions d'asepsie, 1 ml de lait est prélevé et dilué dans 9 ml d'eau physiologique stérile (dilution 10^{-1}) puis une série de dilutions décimales est réalisée.

❖ Dénombrement de la flore totale

Pour le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), 1 ml des dilutions, 10^{-6} , 10^{-7} et 10^{-8} est ensemencé en masse dans des boites de gélose PCA (Plate Count Agar (Liofilchem, Italie) puis incubées (étuve Incucell, Allemagne) à 30°C/72 h (Guiraud, 1998).

❖ Dénombrement de la flore lactique

- **Flore lactique totale** : ensemencement en masse de 1 ml des dilutions 10^{-6} , 10^{-7} et 10^{-8} dans des boites de gélose MRS (de Man Rogosa et Sharpe ; Conda, Espagne) et incubation (étuve Incucell, Allemagne) à 30°C /24-72 h (Guiraud, 1998).
- **Lactobacilles** : ensemencement en masse de 1 ml des dilutions 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} dans des boites de gélose MRS (Conda, Espagne) à pH= 5,4 et incubation (étuve Incucell, Allemagne) à 30°C/24-72 h (Guiraud, 1998).
- **Lactocoques** : ensemencement en masse de 1 ml des dilutions 10^{-6} , 10^{-7} et 10^{-8} dans des boites de gélose M17 (TM Media, Inde) et incubation (étuve Incucell, Allemagne) à 30°C /24-72 h (Guiraud, 1998).

❖ Dénombrement des coliformes

Ensemencement en masse dans de la gélose VRBL gélose lactosée billée au cristal violet et au rouge neutre (Bioker ; Inde) de 1 ml de lait (solution mère, SM) et des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} et incubation (étuve Memmert, Allemagne) à 44°C/48 h pour les coliformes fécaux (NF

V08-060, 2009) et de 1 ml des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} (étuve Incucell, Allemagne) à $37^{\circ}\text{C}/48$ h pour les coliformes totaux (ISO 5541, 1986).

❖ **Dénombrement des entérocoques**

Un volume de 1 ml de lait est ensemencé en masse dans de la gélose Slanetz-Bartly, (Conda, Espagne). Les boîtes sont incubées (étuve Incucell, Allemagne) à $37^{\circ}\text{C}/24-48$ h (Guiraud, 1998).

❖ **Dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Un volume de 1 ml de lait est ensemencé en masse dans de la gélose de Baird Parker puis incubé (étuve Incucell, Allemagne) à $37^{\circ}\text{C}/24-48$ h. La gélose de Baird Parker est préparée comme décrit lors de la recherche (ISO 6888-1, 1990).

❖ **Dénombrement des *Clostridium* sulfite –réducteurs**

Un volume de 1 ml de lait est inoculé dans 5 ml de milieu viande –foie (VF; HIMEDIA, Inde) en surfusion additionné de 2 à 3 gouttes de sulfite de sodium et d'alun de fer puis incubé (étuve Memmert, Allemagne) à $46^{\circ}\text{C}/48$ h. Afin de mettre en évidence la présence de formes sporulées, la même analyse est répétée après chauffage de 1 ml de lait au bain marie à $80^{\circ}\text{C}/10$ min, suivi d'un refroidissement immédiat (Guiraud, 2003).

❖ **Dénombrement des levures et moisissures**

Un volume de 1 ml de lait est ensemencé en masse dans de la gélose Sabouraud (Conda, Espagne). Les boîtes sont incubées à $25^{\circ}\text{C}/5$ jours (Lebres et al., 2002)..

II. Collecte du latex de figuier

Latex de figuier (liquide blanc visqueux qui s'échappe des feuilles et des fruits quand ils sont séparés des tiges ou quand les jeunes tiges sont cassées), (figure 4) est collecté durant le mois de Juillet 2017 et conservé, dans un pot ambré, au réfrigérateur (6°C). Le latex utilisé dans le présent travail provient d'un figuier cultivé au niveau du quartier Sghir (Bejaia ville) et appartenant à l'espèce *Ficus carica* (variété Bouankik).



Figure 04. Collecte du latex (www.blogs-afrique.info)

Le latex est centrifugé à 8000 g/20 min à 4°C afin d'enlever les gommages et autres débris (Di Pierro *et al.*, 2014). L'extrait clarifié (surnageant) renfermant le système enzymatique est conservé à 6°C jusqu'à utilisation (Zare *et al.*, 2013 ; Di Pierro *et al.*, 2014).

III. Etude préliminaire

Une étude préliminaire a été effectuée dans le but de sélectionner les conditions optimales de l'activité coagulante en fonction de certains facteurs.

III-1 Détermination de la température optimale d'activité

Suivant des travaux précédents, la température optimale de coagulation du lait est fixée à 30°C.

III-2 Influence du pH de lait

L'influence de pH du lait sur l'activité coagulante de l'extrait enzymatique a été précédemment étudiée, le optimal a été fixé à 6,2.

III-3 Influence du temps de coagulation a fin d'ajouter l'extrait enzymatique

L'influence de la durée de maturation du lait avant addition de l'extrait enzymatique est déterminée en faisant varier la durée de coagulation du lait.

III-4 Influence de la concentration en extrait enzymatique

Les activités coagulantes sont déterminées en faisant varier le volume de l'extrait enzymatique entre 100 µl, 120 µl et 200 µl.

IV. Etapes de fabrication des fromages artisanaux

Le diagramme de fabrication des fromages frais artisanaux sont schématisé sur la figure 05

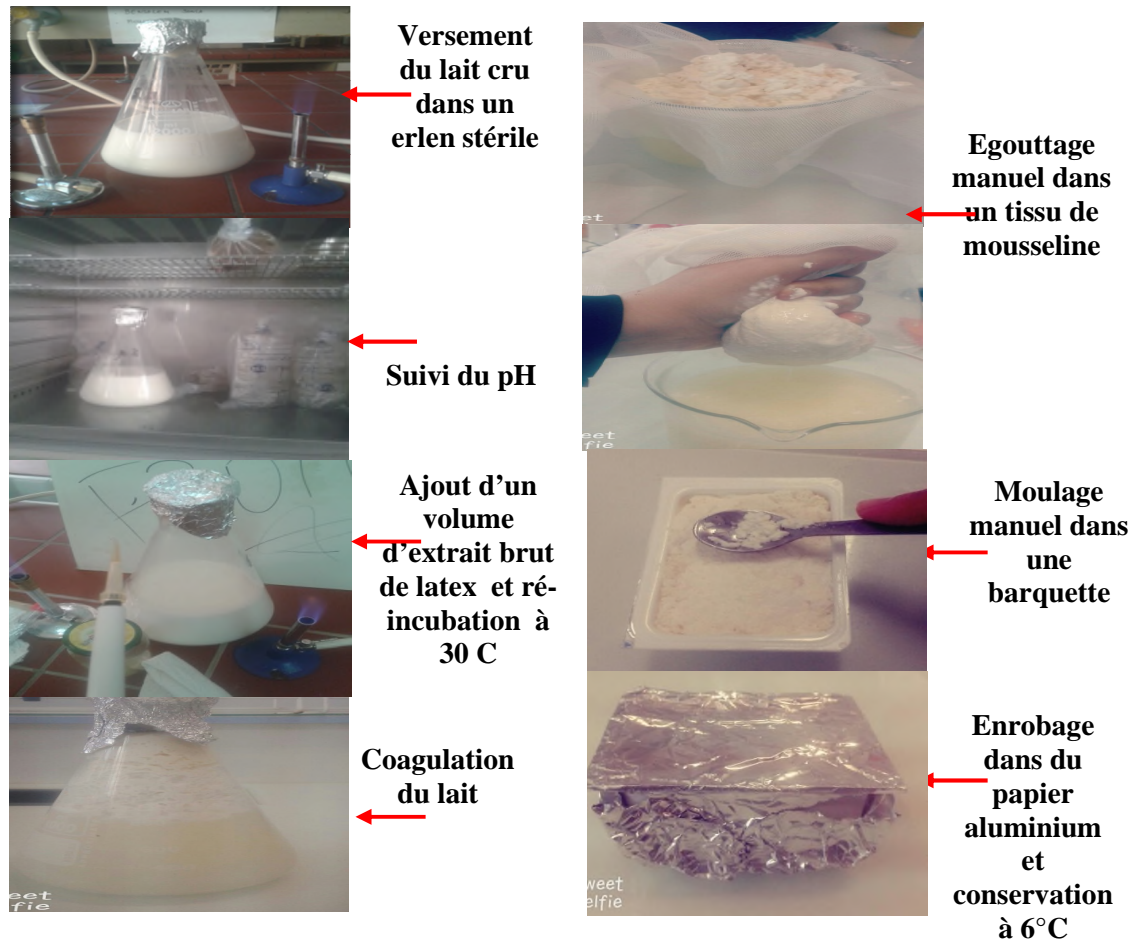


Figure 05: Diagramme de fabrication du fromage frais artisanal.

Pour la première fabrication, est effectuée le 14 Mars 2018 ou on a réalisez notre fabrication à l' aide de 1,5L du lait cru et un volume de 100µl du latex après on a obtenu un coagulum de masse 60g après l'égouttage on a aussi récupérer environ de 850 ml de lactosérum gel homogène pour sa couleur est blanc et trop humide ,ferme, épais .

Pour la deuxième fabrication, est effectuée le 09Avril 2018 ou on a réalisez notre fabrication à l' aide de 1,5L du lait cru et un volume de 120µl du latex après, on a obtenu un coagulum de masse 80g après l'égouttage, on a aussi récupérer environ de 800 ml de lactosérum gel homogène pour sa couleur est blanc et trop humide ,ferme, épais et il a une élasticité .

Pour la troisième fabrication ,est effectuée le 16Avril 2018 ou on a réalisez notre fabrication à l' aide de 1,5L du lait cru et un volume de 200µl du latex après on a obtenu un

coagulum de masse 111g après l'égouttage, on a aussi récupérer environ de 750 ml de lactosérum on a un gel très homogène pour sa couleur est blanc et trop humide ,ferme, épais et plus élasticité et plus plus grande de fermenté ,et friabilité plus accentuées et caractérisés par une souplesse et une grande élasticité .

IV- 1 - Analyses microbiologiques du fromage

Une analyse microbiologique est réalisé juste après fabrication et lors de la conservation à 6°C.

Préparation de la solution mère

Dans des conditions d'asepsie, 10 g de fromage sont homogénéisés dans 90 ml d'eau physiologique stérile, préchauffée à environ 45°C pendant quelques secondes, ce qui forme la solution mère (10^{-1}). Une série de dilutions décimales est réalisée en prélevant 1 ml de la solution mère dans 9 ml d'eau physiologique stérile, ce qui constitue la dilution 10^{-2} , puis après homogénéisation de cette dernière, la même opération est répétée pour la préparation du reste de dilutions.(Guiraud, 2003) .

Dénombrement des différentes flores

Les différentes flores dénombrées et les dilutions utilisées sont rapportées dans le tableau IV. Les méthodes utilisées sont celles décrites dans le cas du lait cru.

Tableau IV. Flores dénombrées et dilutions utilisées dans l'analyse microbiologique du fromage frais

Flore	Dilution
Flore totale	10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6}
Flore lactique et lactocoques	10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6}
Lactobacilles	10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3}
<i>Staphylococcus aureus</i>	10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3}
Coliformes totaux	10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1}
Entérocoques	10^{-2} , 10^{-1} , SM
Coliformes fécaux	10^{-2} , 10^{-1} , SM

IV-2 Caractérisation physico-chimique

La connaissance des propriétés physico-chimiques des aliments est importante pour l'optimisation des procédés de conservation ou de transformation. Nous abordons dans cette partie les méthodes utilisées pour caractériser le fromage frais artisanal fabriqué au laboratoire. Les analyses physico-chimiques sont réalisées au niveau d'un laboratoire privé ANALAB (Akbou, W. Béjaia). Ainsi, trois échantillons de 10 g de fromage sont pesés aseptiquement pour préparer une solution mère à 10 % (m/v) dans de l'eau physiologique stérile.

IV-2-1 Mesure du pH

(10g de Fromage frais artisanal sont mélangé avec 90 ml d'eau distillée, puis homogénéisé). Le PH de l'échantillon est déterminé après une heure en utilisant un PH-mètre numérique où l'électrode a été insérée directement dans l'échantillon, La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil trois répétitions sont réalisées (**Owusu-Kwarteng et al., 2012**).

IV-2-2 Détermination de l'acidité titrable

Elle est déterminée selon la méthode officielle de l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists , AOAC 947.05) (**AOAC,1995**). C'est la détermination volumétrique de l'acidité titrable d'un échantillon, cette acidité renseigne sur la quantité d'acide lactique dans l'échantillon. Le titrage de l'acide lactique se fait par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1N en présence de quelques gouttes de phénophtaléine comme indicateur coloré.

Dix gramme (10g) de fromage sont placés dans un bécher , un volume de 40 ml d'eau distillée à (60°C) sont ensuite ajoutés à l'échantillon, le tout est mélangé et homogénéisé en utilisant un vortex à faible vitesse. La suspension obtenue est transférée dans un erlen, le récipient est rincé deux fois avec 30 ml d'eau distillée à (60°C) , l'eau de rinçage est ajoutée à la suspension, puis le volume de cette dernière est complété à 100 ml avec l'eau distillée. Un volume de 50 ml de la suspension obtenue est titré par la solution de (NaOH) jusqu'au virage de la couleur vers le rose.

L'acidité titrable, exprimée en gramme d'acide lactique par cent grammes de fromage brut est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{Acidité titrable} = \frac{v(\text{NaOH}) \times N(\text{NaOH}) \times 90,05}{V_t}$$

V : Volume en millilitre de la solution de NaOH.

N : Normalité de la solution de NaOH.

90,05 : Masse moléculaire de l'acide lactique (CH₃CHOCOOH) (g/mole).

V_t : le volume de la prise d'essai (ml).

IV-2-3 Détermination du taux de sucres réducteurs

Le dosage des sucres réducteurs est réalisé selon la méthode de BERTRAND. Dix gramme (10 g) de fromages ont pesés dans une fiole de 100 ml, 2 ml d'acétate de Zinc (2N) et 2ml d'hexocyanate ferrate de potassium (0,15N) dont ajoutés. Le mélange est filtré, agité et jaugé à 100 ml avec l'eau distillée puis l'échantillon est laissé se reposer pendant 10 à 15 min pour récupérer le surnageant .Un volume de70 ml du surnageant obtenu est mis dans un erlen de 250 ml et additionné de 20 ml de la solution cuivrique (Fehling A) , ensuite 20 ml de la solution tartro-sodique (Fehling B) sont ajoutés ce qui donne à la solution une couleur bleu foncé. La solution est portée à ébullition jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge brique, puis laissée refroidir en gardant l'erlen en position inclinée. Le surnageant est versé dans un filtre (Allihn, porosité n°4) relié à un buchner, puis filtré à l'aide d'une pompe à vide. Le précipité qui reste dans l'erlen est lavé 6 fois avec 20 ml d'eau distillée bouillante afin d'éliminer toute , trace de la solution bleue. La fiole est par la suite vidée, et rincée soigneusement le filtre est remplacé , puis 20 ml de solution ferrique (0,02N) sont versés dans l'erlen, afin de dissoudre le précipité entraînant l'apparition d'une solution verte. Cette dernière est filtrée, puis un volume de la solution ferrique est versé pour dissoudre les particules du précipité qui se trouveraient sur le filtre . La solution obtenue est titrée avec une solution de permanganate de potassium KMnO₄(0,1N) jusqu'à obtention d'une coloration rose persistante. La chute de la burette (ml) est référée à la table de Bertrand pour trouver la masse équivalente du glucose .

La teneur en sucres réducteurs est obtenue selon la formule suivante :

$$\% \text{ En sucre réducteur} = \frac{M_{eq}}{1000} \times \frac{100}{v} \times \frac{100}{P_e}$$

Meq: La masse équivalente du glucose à la chute de burette (ml) selon la table de Bertrand.

V : Le volume de la solution utilisé (ml) .

Pe : Prise d'essai de fromage (g) .

IV-2-4 Détermination de l'extrait sec total (EST)

Cette méthode consiste à une évaporation de l'eau de la prise d'essai dans une étuve (Memmert) à une température de 103°C et la pesée du résidu, selon la méthode AOAC 926.08 (AOAC, 1995). Dans une capsule métallique préalablement séchée, 25 g de sable sec sont mélangés avec 3 g de fromage à l'aide d'une baguette en verre, l'ensemble est chauffé dans un four pasteur pendant 3 heures à 103°C. Une fois le temps écoulé, la capsule est refroidie dans un dessiccateur contenant le gel de silicate. Après pesée, l'échantillon est réchauffé, refroidi et repesé dans les mêmes conditions précédentes. Cette opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

L'EST est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\text{EST} = \frac{C_2 - C_0}{C_1 - C_0} \times 100$$

C_0 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre (g).

C_1 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre + le fromage (g).

C_2 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre + le fromage après étuvage (g).

IV-2-5 Détermination de l'Humidité:

Pour calculer l'humidité on utilise la formule suivante :

$$\text{H\%} = 100 - \text{EST}$$

EST : représente l'extrait sec.

IV-2-6 Détermination du taux de la matière grasse (MG)

La détermination du taux de la MG est réalisée selon la méthode de **Van Gulik**. Elle est basée sur la dissolution des protéines par l'acide sulfurique et la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre à godet perforé, cette séparation est favorisée par l'addition de l'alcool iso-amylique. Une prise d'essai de 3g de fromage est pesée dans un godet en verre perforé, ce dernier est placé dans un butyromètre à fromage. Ensuite, l'acide sulfurique (H_2SO_4 , $d=1,52$) est ajouté jusqu'à émerger le godet, le tout est mis dans un bain Marie à 70°C durant 3h. Ensuite, 1 ml d'alcool iso-amylique (3-méthyl-1-butanol) est ajouté à l'échantillon, puis le volume est complété par l'acide sulfurique jusqu'à la graduation 35%.

Le butyromètre est centrifugé à 1000 rpm/10 min. Après centrifugation, le résultat est lu sur les graduations du butyromètre.

IV-2-7 Rapport matière grasse/matière sèche (G/S)

Le rapport matière grasse/matière sèche, exprimée en gramme pour 100 g de matière sèche est donné par la formule suivante :

G : Matière grasse.

S : Matière sèche.

R : Rapport %.

$$R = \frac{G}{S} \times 100$$

IV-2-8 Détermination de la teneur en azote total (protéines)

La détermination de la teneur en azote totale est effectuée par la méthode de Kjeldahl. Elle consiste en une minéralisation de l'échantillon par chauffage en présence d'un mélange d'acide sulfurique concentré, de sulfate de potassium et de sulfate de cuivre, utilisés comme catalyseurs pour convertir l'azote organique de l'échantillon en sulfate d'ammonium. Le produit de la réaction est additionné de la soude pour libérer de l'ammoniac qui sera titré par une solution d'acide chlorhydrique en présence d'acide borique (**Lynch et Barbarano, 1999**).

➤ **Minéralisation**

Une prise d'essai de 1g de fromage est pesé dans un tube en verre appelé matras, ensuite 0,5g de sulfate de potassium (K₂SO₄), 0,5 g de sulfate de cuivre (CuSO₄) et 15 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄ 0,2 N) ont ajoutés à l'échantillon, ensuite le matras est placé dans l'appareil de Kjeldahl à une température de 400°C pendant 1h30 min.

➤ **Distillation et dosage de l'azote total**

Le matras est refroidi à température ambiante, puis son contenu est dilué avec 75 ml d'eau distillée qui servent en même temps à rincer les parois du matras. Ensuite, ce dernier est raccordé à l'appareil de distillation où 60 ml (3x20ml) de l'hydroxyde de sodium à 30% sont ajoutés à l'échantillon. L'ammoniac produit (suite à l'ajout de la solution de NaOH), est capté avec 25 ml d'acide borique (H₃BO₃) qui vire du rose au vert. L'ammoniaque contenu dans la solution d'acide borique est titré avec une solution d'acide sulfurique à 0,1N jusqu'à obtention de la couleur de départ de l'acide borique (rose).

L'azote total de l'échantillon est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Azote total en \%} = \frac{(\text{Cb} - 0,1) \times N \times 14}{\text{Pe}} \times \frac{100}{1000}$$

C_b : Chute de la burette (ml).

N : Normalité de l'acide sulfurique (solution de titration).

14 : Masse équivalente de l'azote.

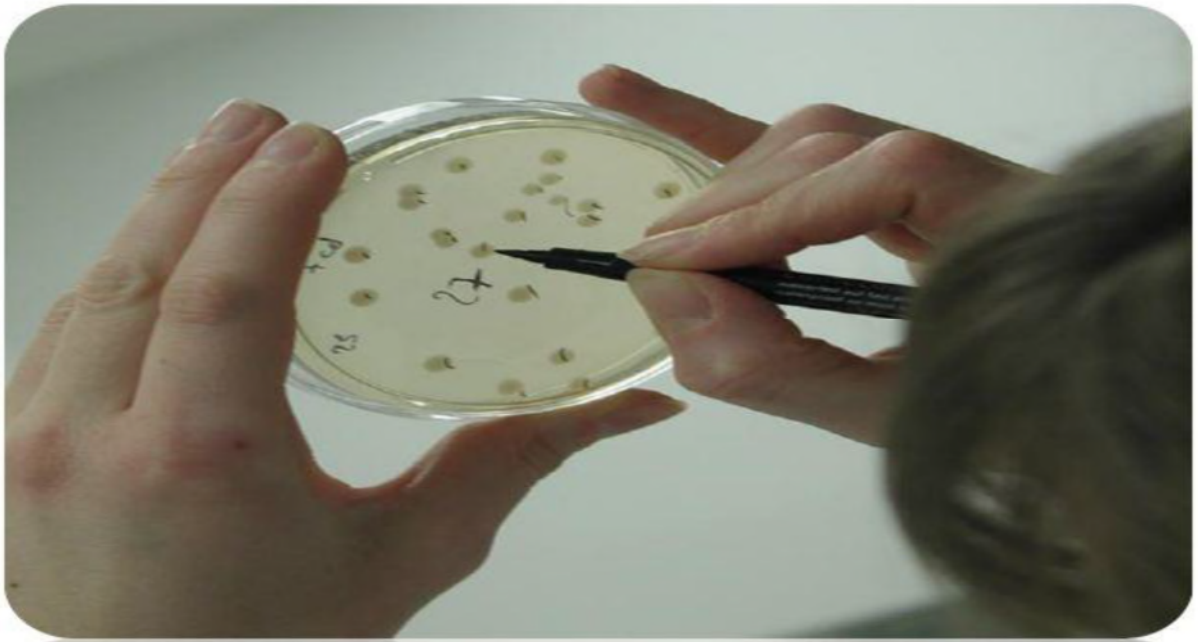
P_e: Masse de la prise d'essai (g).

La quantité des protéines totales est obtenue par la formule suivante :

Azote totale en % x F

F : facteur de conversion de l'azote en protéines = 6,38

Résultats et discussion



I. Analyses du lait cru

Afin de garantir une production quantitative et qualitative satisfaisante, il est important d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru destiné à la fabrication du fromage.

I. 1. Mesure du pH des différents laits cru collectés

Les trois échantillons de lait analysé présentent un pH d'environ 6,80 (tableau V). Cette valeur témoigne de sa fraîcheur. En effet, le pH renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, le pH d'un lait de vache frais varie entre 6,6 - 6,8. Un pH plus bas résulte soit d'une contamination par une flore acidifiante soit par la présence du colostrum et un lait alcalin est un lait pathologique (lait de mammite) (Mahaut *et al.*, 2000).

Tableau V. Valeurs du pH des différents laits crus collectés

Origine	pH à 25 °C	Norme (AFNOR 1985)
Oued Ghir	6,86	6,6
Amizour	6,77	
Chemini	6,80	

I. 2. Détermination de l'acidité Dornic

Le résultat de la détermination de l'acidité Dornic du lait est de 18°D (tableau VI), une valeur conforme à la norme de l'AFNOR (1998) (15-18°D). Cette valeur est dans l'intervalle d'acidité d'un lait frais. En effet, l'acidité dépend de la teneur en caséines, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait (Ouazzani *et al.*, 2014).

Tableau VI. Valeur de l'acidité Dornic des différents laits crus collectés

Origine du lait	Acidité Dornic (°D)	Norme (AFNOR 1998) (°D)
Oued Ghir	18	15-18
Amizour	17	
Chemini	18	

I. 3. Estimation de la charge microbienne du lait cru : épreuve au bleu de méthylène

Les micro-organismes se multipliant dans le lait ont la capacité d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction (Redox), grâce à l'action de leurs réductases. La rapidité de la décoloration, liée au

métabolisme microbien, est directement proportionnelle au nombre de bactéries présentes, plus l'activité microbienne est forte, plus courte sera la durée de décoloration (Guiraud, 1998).

Dans le cas de nos échantillons de laits analysés, la décoloration ne s'est produite qu'au bout de 18 h (Figure 5) pour les trois échantillons lait de ce qui témoigne de la faible charge en micro-organismes de ces échantillons, estimée à moins de 2.10^6 micro-organismes/ml. Par conséquent ces laits peuvent être considérés, en se basant sur ce test, de bonne qualité microbiologique.



Figure 06: Résultat du test réductase du lait après 03 heures

I. 4. Test de lactofermentation

Le test de lactofermentation permet d'évaluer globalement l'aptitude de la flore microbienne originelle à l'acidification du lait. Il est basé sur la coagulation acide du lait par flocculation des protéines. Ce test permet dans une certaine mesure de prédire la qualité organoleptique des fromages fabriqués. Au bout de 24 h d'incubation du lait dans l'étuve à 30°C, on observe la formation d'un gel homogène ferme de pH= 4,6, de couleur blanche et d'une odeur agréable (figure 07), cela suggère l'absence de flores indésirables et une fermentation lactique dominante. (Par conséquent et selon Berodier *et al.* (2001) et Raynaud *et al.* (2008), pour deux échantillons de laits (Oued ghir, Chemini) la formation d'un coagulum plus moins ferme formé donc les deux laits sont de bonne qualité et adapté à la technologie fromagères, par contre le lait (Amizour) on voit que ya pas de bon coagulum et même son odeur est désagréable, ce qui nous permis de déduire que le lait n'est pas de bonne qualité.)

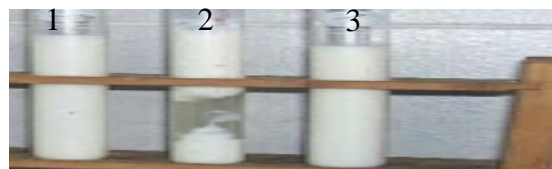


Figure 07. Aspect du lait lactofermenté après 24 heures d'incubation

I. 5. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique du lait cru retenu (Chemini) a consisté en un dénombrement de la flore totale mésophile (FTAM), coliformes (totaux, fécaux), flore lactique, lactobacilles, lactocoques, entérocoques, et *Clostridium*. ainsi qu'une recherche de *Staphylococcus aureus*. Les résultats obtenus sont illustrés sur la figure 08.

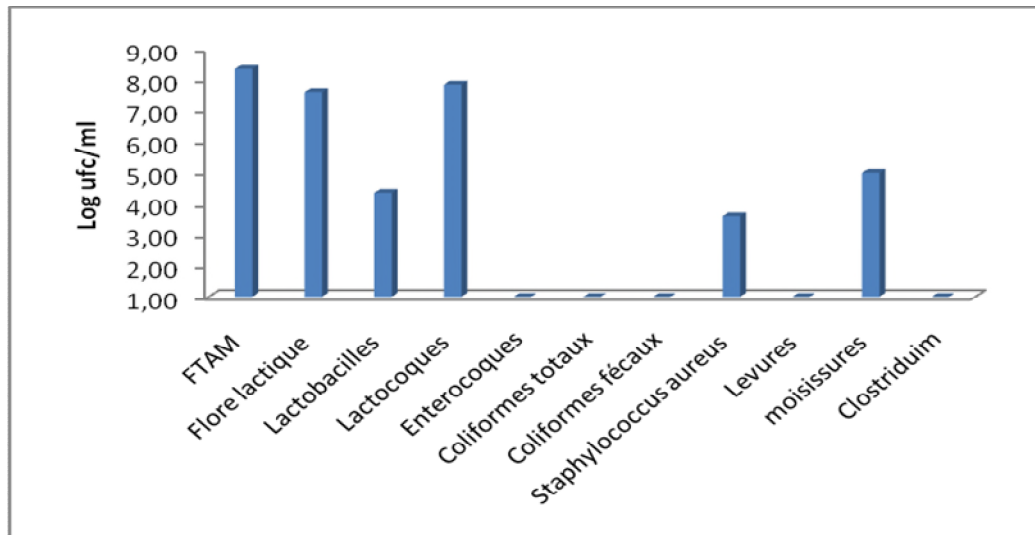


Figure 08 : Résultats des analyses microbiologiques du lait cru (Chemini).

II. Fabrication du fromage frais artisanal

Trois fromages frais artisanaux ont été fabriqués en se basant sur la flore du lait cru et l'action du latex du figuier (**figure 09**).

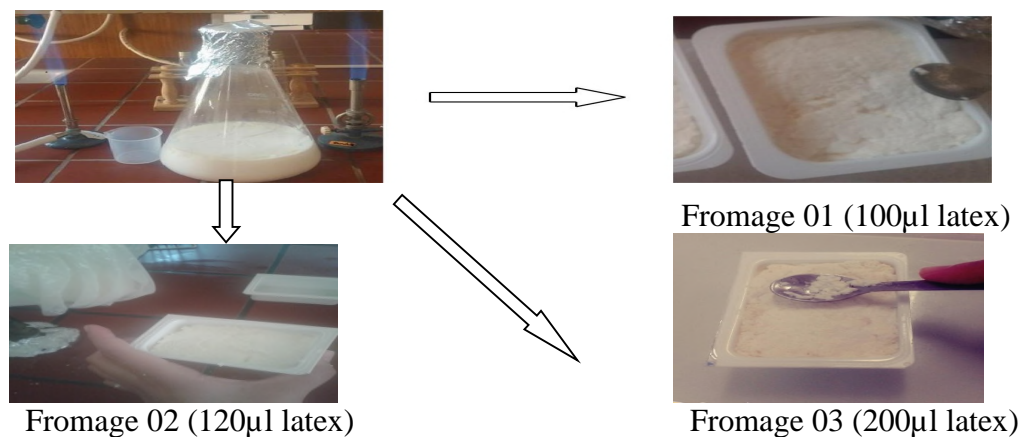


Figure 09 : Formation et moulage du caillé

L'addition de différents volume (100 µl, 120 µl et 200 µl) du latex de figuier à 1,5 L de lait mûré (pH = 6,2) a permis l'obtention, après 22 h, de gels homogènes, fermes, épais et caractérisés par une souplesse et une élasticité de plus en plus grande et d'une fermeté et friabilité plus accentuées. Après égouttage, des fromages de 65 g, 80 g et de 111 g de masse ont été obtenus respectivement.

Cette coagulation est liée à l'action de la ficine, une enzyme présente dans le latex du figuier. Selon **Payne (2009)**, l'activité maximale de la ficine est obtenue dans une gamme de pH de 5 à 7 et

plusieurs auteurs (Lynn et Clevette-Radford, 1986; Oner et Akar, 1993; Shah et al., 2014) soulignent l'activité protéolytique excessive de la ficine à fortes concentrations. Selon Garnier et al. (1968), l'extrait de latex présente une force coagulante comparable à celle de la présure en poudre qui peut atteindre une force de 1/150.000.

En outre, cette enzyme, dotée d'une activité protéolytique élevée, conduit à la perte des peptides de masse réduite dans le lactosérum. Ce qui conduit à des rendements relativement réduits, un constat signalé par plusieurs auteurs (Oner et Akar, 1993; Fadyloglu, 2001; Nouani et al., 2009).

II-1 Analyses physico-chimiques du fromage

II-1-Détermination de l'acidité Dornic

D'après les résultats obtenus, la quantité d'acide lactique du fromage 01 est plus élevée que celles des fromages 02 et 03. Les valeurs moyennes obtenues ont été de Fromage 01 (82D°) et Fromage 02 est (78D°) enfin pour le Fromage 03 est de (80D°), respectivement . L'acidité titrable des fromages analysés se rapproche de celle du fromage Marocain (Benkerroum et al., 2004).

II-1- 2 Extrait sec total (EST)

La teneur du fromage en extrait sec total (figure 10) a été de 31,62 g/100g(fromage 03), 31,10 g/100g(fromage 02) et de 30,71 g/100g (fromage 01), des valeurs proches de celles rapportées par Abdelaziz et Ait Kaci (1992) pour le fromage Algérien (35,23 %) fabriqué à l'aide de la présure. L'EST est en fonction de la teneur en matière sèche du lait et de l'importance de l'égouttage, car l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche du fromage (Fredot, 2009). La quantité de lactosérum en levée détermine la teneur en EST du fromage (Gelais et al., 2002).

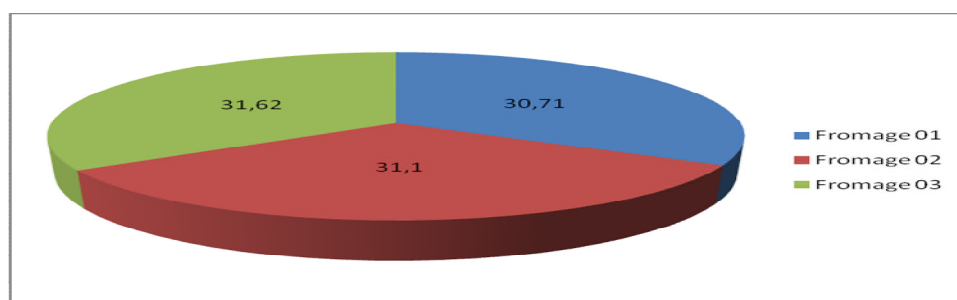


Figure 10 : Teneur en EST g/100g des trois fromages fabriqués

II-1-3 Teneur en matière grasse (MG)

D'après les résultats obtenus, la teneur en MG représente 16,25g/100g de du fromage 03, 12,09 g/100g du fromage 02 et 9,5 g/100g du fromage 01 (figure 11). Les résultats sont tous inférieurs aux valeurs rapportées par Abdelaziz et Ait Kaci (1992) dans le Jben (18,72 g/100g de fromage). L'écart entre ces moyennes de plus, s'expliquer par la différence de la composition en

matière grasse du lait utilisé pour la fabrication. Il faut souligner que le mode de fabrication, dont l'égouttage et le passage de la matière grasse vers le lactosérum peut engendrer la diminution de la quantité de la MG dans le fromage. Lors de la formation du caillé, la MG reste emprisonnée dans le réseau protéique, les pertes de matière grasse peuvent atteindre de 4 à 20 % de la teneur en MG initiale. L'importance des pertes dépend de la taille des globules gras, à faible poids moléculaires, ces derniers sont moins susceptibles d'être retenus dans le gel mais seront éliminés dans le lactosérum, d'autres part la teneur en caséines engendre une perte de matière grasse, c'est pour cela le lait utilisé pour la production doit présenter un rapport caséines/MG précis afin de limiter les pertes (Vignola, 2002).

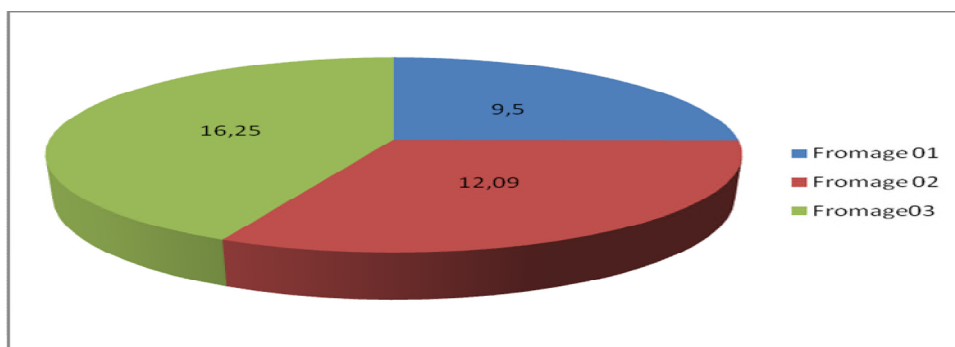


Figure 11. Teneur en MG (g/100g) des trois fromages fabriqués

II-1-4 Rapport de matière grasse sur matière sèche (G/S)

Les résultats obtenus montrent que les valeurs du rapport G/S% des fromages 01, 02 et 03 ont été de 30,93 g/100g et 38,10 g/100g et 51,39 g/100g respectivement (Figure 12). La valeur de G/S% du fromage 03 est plus élevée que celle des deux autres fromages. Cela pourrait être dû à la composition du lait en matière grasse, qui lui donne un aspect plus tendre, contrairement aux fromages 01 et 02 qui est élastique.

Le taux de la matière grasse contribue directement aux propriétés organoleptiques notamment l'onctuosité qui se caractérise par le toucher gras d'un produit. Le bon choix de la matière première et le respect de la technique de fabrication permettent l'obtention de produits dans une large gamme de textures : de fluide à ferme et de tartinable à tranchable (Eck et Gillis, 2006).

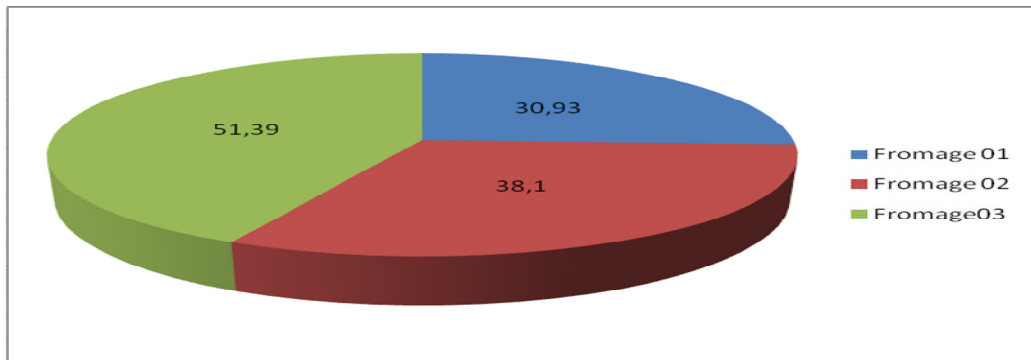


Figure 12 : Valeurs du rapport G/S (g/100g) des trois fromages fabriqués

II-1-5 Teneur en sucres réducteurs

Les résultats obtenus ont montré que la teneur en sucres réducteurs a été de 1,45% (fromage 03), 1,03% (fromage 02) et de 0,98% (fromage 01) (Figure 13). Le faible taux de sucres réducteurs remarqué dans fromage 01 pourrait être attribué à la dégradation de ces substances par la flore du fromage en particulier la flore lactique.

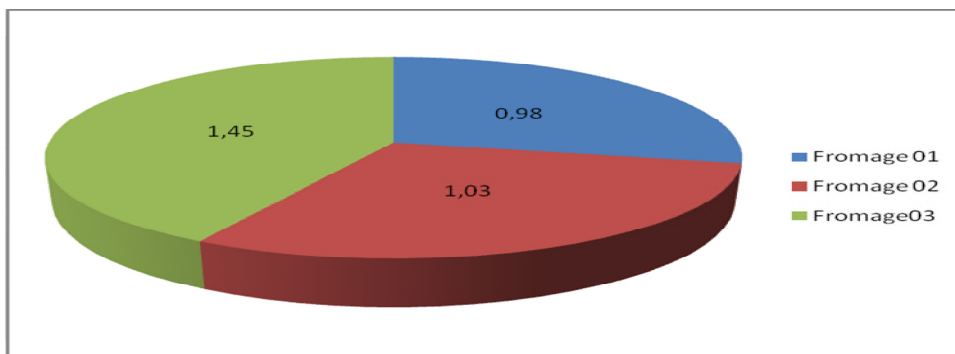


Figure 13 : Teneur en sucres réducteurs (%) des trois fromages fabriqués

II-1-6 Humidité (H %)

Les valeurs obtenues pour la (H %) des trois fromages fabriqués ont été de 69,29 %, 68,90 % et 68,38% (Figure 14). La valeur de la H % est un paramètre physico-chimique qui renseigne sur la consistance du fromage. Il est inversement proportionnel à la dureté du fromage. De ce fait, les résultats obtenus montrent que le fromage 01 est plus au moins dur par rapport aux fromages 02 et 03. Par ailleurs, la valeur de la H % du fromage 03 est proche aux normes recommandées qui sont de l'ordre d'un maximum de 70 %. (Dehove, 1985).

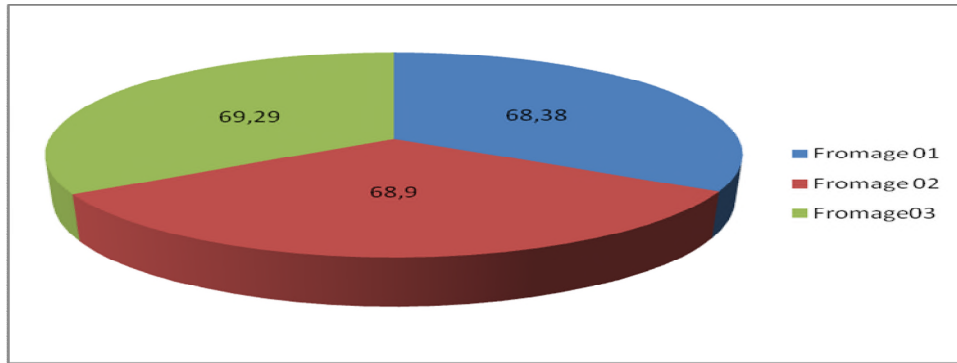


Figure 14 : Teneur en eau des trois fromages (%)

II-1-7 Teneur en azote total et en protéines

Les taux de protéines dans les trois fromages fabriqués (figure 15) ont été de 12,30 % (fromage 03), 11,95% (fromage 02) et de 11,76% (fromage 01), des taux proches de la valeur rapportée par **Abdelaziz et Ait Kaci (1992)** pour le *Jben* (13,73 %) et se situent dans l'intervalle donné par **Favier (1985)** pour les fromages frais à base de lait de vache qui est de 8,4 à 14,6 g/100 g de fromage humide. Ce taux élevé de protéines signifie qu'il n'a pas eu de pertes de caséines dans le lactosérum, ce qui témoigne de l'agrégation complète des micelles de caséines déstabilisées.

Selon **Ramet (1985)**, un égouttage commencé prématurément sur un gel insuffisamment structuré, se traduit par une perte importante de la matière sèche sous forme de petites particules du gel. On l'a observé pour le fromage 01

Les pertes globales en protéines concernent surtout les protéines sériques solubles dans l'eau, 80 à 90 % de ces protéines sont éliminées dans le lactosérum lors de l'égouttage, cependant ces protéines ne représentent que 1/5 des protéines dans le fromage contrairement aux caséines qui sont récupérées à plus de 92 % dans le fromage (**Vignola , 2002**)

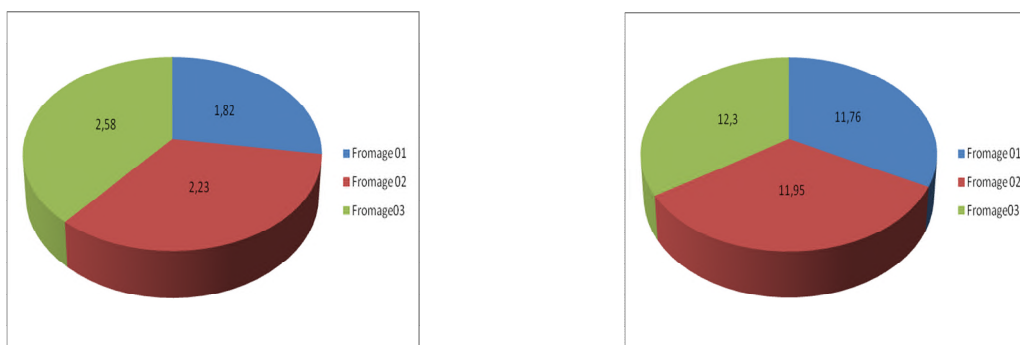


Figure 15 : Teneur en azote (droite) et en protéines totales (gauche) des trois fromages fabriqués.

II. 2. Résultats de l'analyse microbiologique des fromages et du lait

L'analyse du fromage consiste en un dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), coliformes (totaux, fécaux), flore lactique, lactobacilles, lactocoques et les entérocoques ainsi qu'en une recherche de *S. aureus*. Les résultats sont illustrés sur la **figure 16**.

II -2-1 Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

En se référant aux normes algériennes qui exigent que le taux de la FATM $< 10^5$ UFC/ml (lait), le lait analysé a un taux de $2,3 \cdot 10^8$ UFC/ml et il est supérieur aux charges maximales tolérées par la réglementation algérienne qui doit être $< 10^5$ UFC/ml (JORA, 1998). La flore totale est considérée comme un bon indicateur de qualité hygiénique du lait cru (Guinot-Thoms *al.*, 1995). De ce fait nous pouvons conclure que le lait est de bonne qualité hygiénique.

La flore aérobie mésophile totale des trois échantillons de « Fromage frais artisanal » cultivée sur le milieu PCA a révélé une valeur moyenne de $1,9 \times 10^8$ UFC/g. Ces valeurs sont inférieures à celles de Belyagoubi et Abdelouahid(2013) pour des jben de la région de Ain Sefra et Rhiat et *al.* (2011), et Mennane *et al.*, (2007) pour des jbens marocains

Une flore totale d'un « jben » est élevée quand la charge microbienne du lait est élevée, ceci est dû à un manque de respect des règles d'hygiène. En effet, le matériel de la traite, la litière, la qualité de l'air et les pratiques des éleveurs sont des sources de contamination (Amhouriet *al.*,2010),.

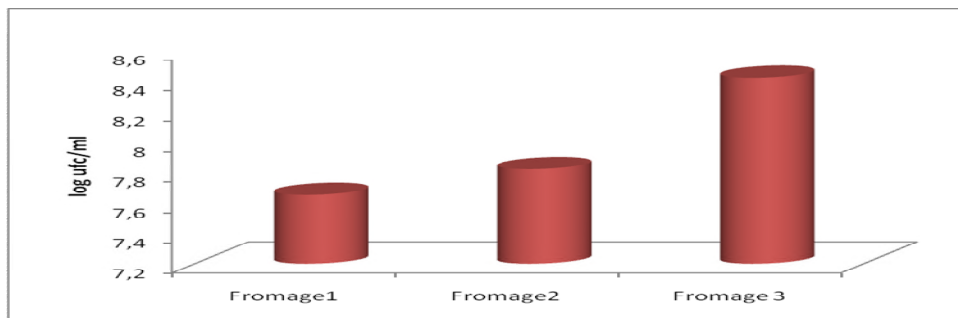


Figure 16 : Taux des Flore mésophile totale retrouvés dans les trois échantillons de « Fromage frais artisanal »

II-2-2 Flore lactique

Le taux de bactéries lactiques dans le lait utilisé pour la fabrication du fromage est de $2,3 \cdot 10^4$ UFC/ml ; $7 \cdot 10^7$ UFC/ml pour les lactobacilles et de $4 \cdot 10^7$ UFC/ml pour les lactocoques. Après fabrication, la flore lactique a été transmise au fromage et s'est multipliée pour atteindre une charge de $1,17 \cdot 10^8$ UFC/g. Par contre, les lactocoques et les lactobacilles ont atteint des taux de $2,28 \cdot 10^8$ UFC/g et $2,3 \cdot 10^4$ UFC/g. La flore lactique joue un rôle dans le développement des

caractéristiques de divers fromages, son élimination provoque la réduction de la flaveur et de l'effet bio-conservateur.

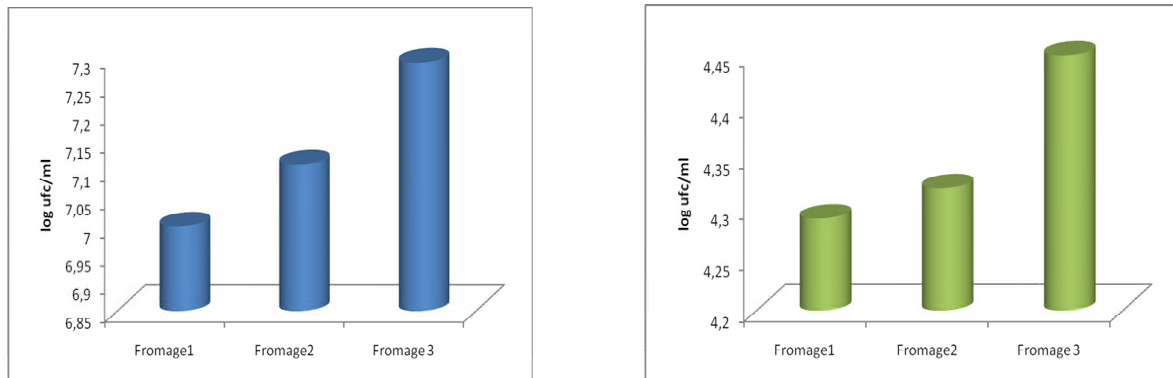


Figure 17 : Taux des Flore lactique et *Lactobacillus* retrouvés dans les trois échantillons de « Fromage frais artisanal »

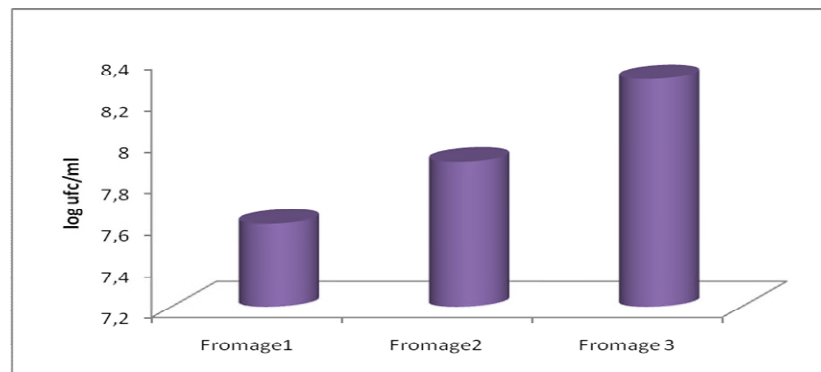


Figure 18 : Taux des *Lactocoque* retrouvés dans les trois échantillons de « Fromage frais artisanal »

L'intérêt technologique des bactéries lactiques réside dans la production de l'acide lactique par la fermentation du lactose, certaines bactéries lactiques produisent du gaz carbonique ainsi que divers composés qui contribuent à l'arôme des produits laitiers. Les acides organiques et le peroxyde d'hydrogène, à activité antimicrobienne, permettent de satisfaire les besoins du point de vue sanitaire en industrie alimentaire et d'inhiber la prolifération des micro-organismes pathogènes et d'altération (Ross et al., 2002).

II-2-3 Coliformes

Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts, les coliformes totaux dont l'origine est l'environnement général, ils sont détectés à 30°C. Les coliformes fécaux, dont l'origine essentielle est le tube digestif et sont plus thermotolérants (détectés à 44°C), sont considérés comme des indicateurs d'une contamination d'origine fécale qui permet de juger l'état hygiénique d'un produit. Selon Larpent (1990), la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de

la contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tels que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

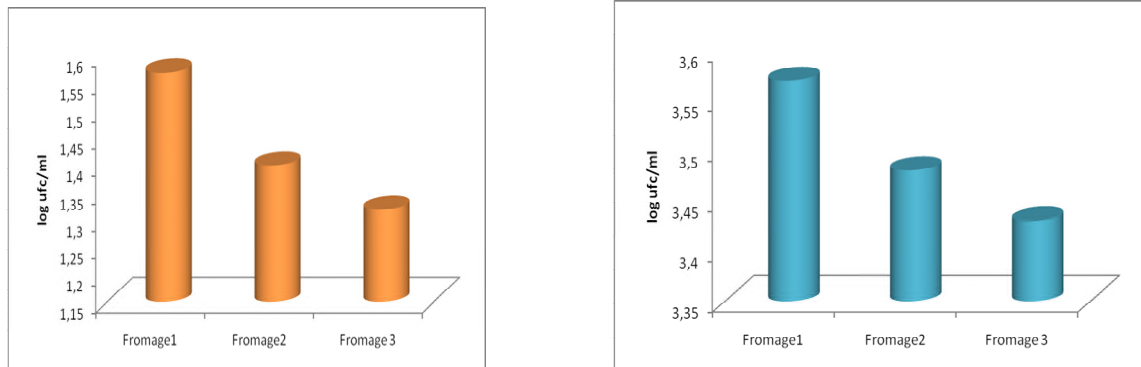


Figure 19 : Taux de coliforme fécaux et Taux de coliforme totaux dans les trois échantillons de « Fromage frais artisanal »

Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux a montré leur absence dans le lait utilisé pour la fabrication du fromage. Selon le (JORA . 1998). le taux de coliformes fécaux toléré est de 10^3 UFC/ml. Leur absence dans le lait indique sa bonne qualité hygiénique ,conséquence de bonnes pratiques d'hygiène. Par contre, des charges de 10^3 UFC/g et de 10^2 UFC/g en coliformes totaux et fécaux ont été détectées dans le fromage frais fabriqué. Selon Gay et al. (1993), un faible niveau de contamination initial du lait en coliformes limite leur développement pendant la transformation fromagère. Lorsque les coliformes sont à des niveaux élevés dans les laits ou encore dominants, ils sont responsables des gonflements des fromages, du fait de la production de certains métabolites en particulier le H_2 et le CO_2 , très peu solubles dans le lait, pouvant conférer un aspect spongieux au fromage (Le Minor et Richard, 1993).

II-2-4 Entérocoques

La norme Algérienne préconise l'absence des entérocoques dans 0,1 ml de lait cru (JORA, 1998). Le lait analysé présente une conformité à la norme avec absence des entérocoques. A l'issue de la fabrication des fromage frais artisanaux , le taux des entérocoques a été de 1.10^3 UFC/g.

Ces niveaux élevés peuvent s'expliquer par le fait que les entérocoques sont ubiquistes et s'adaptent à de différents environnements. Les entérocoques font partie de la flore lactique et présentent des propriétés technologiques importantes telle que l'amélioration des caractères organoleptiques, et peuvent être utilisés comme une alternative dans la bio-conservation, et cela par la synthèse des entérocoques capables d'inhiber aussi bien *Listeria monocytogenes* que *Staphylococcus* ssp. (Galvez et al., 2012).

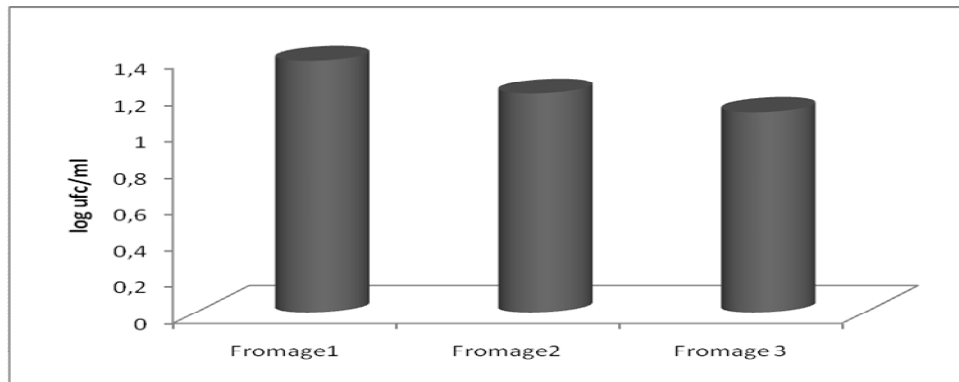


Figure 20 : Taux des Entérocoque retrouvés dans les trois échantillons de « fromage frais artisanal »

II-2-5 *Staphylococcus aureus*

Après 24 h d'incubation à 37°C, l'obtention de colonies noires entourées d'une zone claire sur milieu Baird Parker, indique la présence présomptive de *Staphylococcus aureus*. Les normes Algériennes (JORA, 1998), exigent l'absence de *S. aureus* dans le lait. Dans notre analyse, un taux de 4.10^3 UFC/ml a été retrouvé dans le lait analysé, un taux excluant la présence d'entérotoxines. En effet, le dénombrement de *S. aureus* devrait être systématiquement accompagné de la recherche d'enterotoxines si le nombre dépasse 10^5 UFC/g. Dans les fromage, un taux de staphylocoques de $3,6.10^4$ UFC/g a été enregistré.

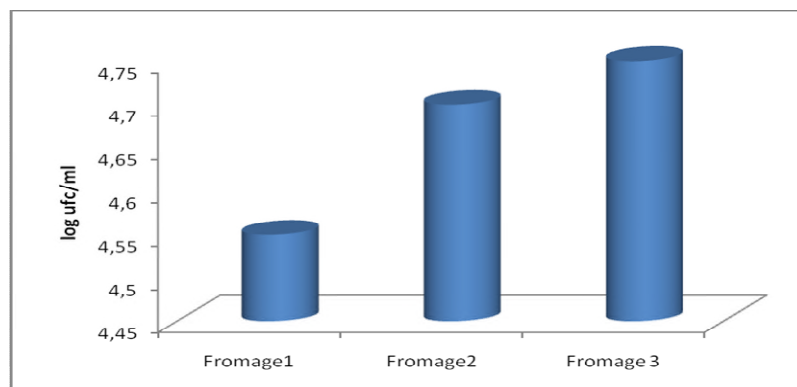


Figure 21 : Taux des Staphylocoques retrouvés dans les trois échantillons de « Fromage frais artisanal »

II-2-6 Clostridium sulfito-réducteurs (CSR)

Les résultats du dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs ont révélé leur absence dans le lait et dans les fromages fabriqués à base de ce lait. Ce résultat a été confirmé suite au traitement thermique du lait de 10 min à 80°C, réalisé afin d'activer les spores thermorésistantes, capables de persister sous forme latente dans le lait, germer dès que les conditions sont favorables et de sécréter des substances toxiques.

Conclusion

Conclusion

A l'issue de cette étude, nous apportons notre contribution à la description d'une pratique traditionnelle ancestrale appartenant au patrimoine culturel algérien. L'objectif de ce travail consistait à la mise au point d'un fromage frais artisanal et à la contribution d'optimisation des paramètres de la fabrication à partir d'un lait cru de vache collecté à la région (Chemini , Bejaia), et un agent coagulant local (extrait du latex de figuier). Nos résultats révèlent beaucoup d'informations intéressantes sur ce savoir-faire longtemps existant dans la région kabyle mais non connu par de nombreux algériens eux-mêmes.

Notre investigation s'est portée en premier lieu sur une évaluation du degré de contamination de la matière première (lait cru) destiné à la fabrication du fromage frais en se référant aux normes (**J.O.R.A 1998**) . Sur le plan technologique et en se basant sur le test de lactofermentation les analyses physico-chimiques et microbiologiques le lait de la région de Chemini a été retenu pour la fabrication du fromage (c'est -à-dire est conforme).

Nous avons utilisé un protocole de fabrication traditionnel .(la coagulation sous l'effet de la flore de lait cru et de l'extrait de latex de figuier) .Cependant, une optimisation a été réalisée, en variant la concentration de l'extrait de latex . En plus, des analyses microbiologique et physico-chimique ont été réalisées pour le fromage frais artisanal obtenu.

En se référant aux normes (**J.O.R.A, 1998**), les résultats obtenus ont montré que les trois échantillons ont une qualité microbiologique globalement acceptable avec une flore lactique dominante au voisinage de 10^8 UFC/g .

Les résultats des analyses physicochimiques réalisées sur les trois fromages ont montré que le fromage 03 présente un taux élevé en extrait sec total , protéines et en matière grasse. Pour le fromage 02, il présente un taux moins élevé en extrait sec total , protéines et en matière grasse. Pour le fromage 01, il présente un taux faible par rapport aux deux derniers fromages en extrait sec total , protéines , matière grasse. et leur teneur en eau se rapproche à la norme 70% donc se sont des fromages à patte fraîche)

- Dans le but de compléter ce travail, il est souhaitable de réaliser la même étude à l'échelle pilote afin de pouvoir étudier plusieurs variables au lieu de deux .Aussi , il serait intéressant de procéder à une caractérisation qualitative plus poussée en étudiant les propriétés texturales ainsi qu'une analyse sensorielle du produit fini.

- De même, des essais à l'échelle pilote sur la mise en point de nouvelles recettes sont nécessaires pour maintenir tous les aspects de ce fromage frais artisanal et permettre de faire revivre nos traditions et notre patrimoine socioculturel.
- Enfin, nous espérons que l'état va prendre en considération la législation des fromages au lait cru, et la mise en place d'une démarche Appellation d'Origine Protégée (AOP).

Références bibliographiques

Références bibliographiques



- Abdelaziz S. et Ait Kaci F. (1992).** Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de vache le *Djben *. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut National Agronomique d'EL Harrach, Alger. p67.
- AFNOR(1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physiques et chimiques, 3ème édition : Pp107-121-125-167-251-321.
- Afnor E. (1986).** Méthodes d'essai. Recueil des normes françaises.
- Agrawal A. et Konno K. (2004).** Latex: A model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*40, pp. 311–331.
- Aissaoui Zitoun O.(2004).** Fabrication et caractéristique d'un fromage traditionnel algérien bouhezza. Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine, p134.
- Aissaoui Zitoun O et Zidoune M.N. (2006).** Le fromage traditionnel algérien bouhezza. Séminaire d'animation régional technologie duocés et procédés de séparation.
- Akar B., et Fadyoglu S. (1999)** Teleme production by purified ficin. *Journal of Food Quality*, 22, 671-680.
- Alais C. (1975) .** Les protides du lait, sciences du lait. Bd. SEPAIC, 3ème édition, 106-109.
- Alais C. (1971) .** Les enzymes coagulant du lait. La technique laitière n 719, PP 63- 65.
- Alais C. (1975).** Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition : Sepaic, Paris.
- Alais C. (1984).** Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition : Publicit.
- Alais C., Linden G et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire. 6eme edition: Dunod. Paris. 86-88 pp.
- Amellal R., 2000.** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Article: Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Sér. B /n°14, 1995, Inst. Nati. Agro., El Harrach, Alger, pp 229-238.
- Amiot J., FOUR S., Lebeuf Y., Paquin P., et simpson R., 2002.** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Pp. 1 à 68. Dans science et technologie du lait. Coord. VIGNOLA. Edition école polytechnique. 600 p.
- Amhourri, F., Saidi, B., Hamama, A., & Zahar, M. (2010).** Qualité microbiologique du lait cru: Cas de la région d'Errachidia. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 18(1), 31-35
- AOAC. (1995).** Officiel methods of analysis of AOAC International 15th Edition. 923.03, 925.23, 926.08, 947.05 & 966.23. Washington D.C.

B

- Baby J. et Raj S. J. (2011).** Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn—An overview. *International Journal of PharmTech Research*. 3: 08-12
- Belyagoubi L., Abdelouahid D.E.(2013).** Isolation, identification and antibacterial activity of lactic acid bacteria from traditional algerian dairy products. *Advances in Food Sciences*. 35(1):84 - 85.
- Benkerroum N. (2013).** Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12 :54
- Benkheniche A. et Kaya A. (2013).** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Mechouna » et un autre fromage au Lben. Mémoire d'Ingénieur d'état en Nutrition, Alimentation et Technologies Agro-alimentaires INATA Algérie.
- Barbanod M. (1986).** Titrable acidity and lactose/galactose determination of cheese. *Dairy Sci*. 68:pp5057.
- Berodier A., Parguel ., Dasen A., Duboz G., Renaud J.P., Billot M., Berodier F., Ducret J.B., Marguet B. (2001).** Validation du test de lactofermentation en filiere Comte (1999 - 2000). Comite Technique du Comte, Poligny, 90 p.
- Boudier J. F.(1974):** Présure et succédanés de la présure. Série de synthèse bibliographique. Ed. tech. et Doc, A.P.R I.A. France, 3 Q.873.
- Bourgeois C., Mescle .J .et Zucca,J. (1996) .** Microbiologie alimentaire, aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments .tome1. Edition : Tec, Lavoisier. Paris. pp : 272-293.
- Boutonnier JL. (2008).** Matière grasse laitière composition, organisation et propriétés. Dans *Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire (F 6320)*, Paris.
- Brule G., Craguennec T., Jeantet R. , Mahaut M .et Schuck P. (2008).** Les produits laitiers 2eme édition : Lavoisier. Paris.184p.
- Brule G., 2003.** Rapport sur : Le progrès technologiques au sein des industries alimentaires impactes sur la qualité des produits. I- la filière laitière, 48p.
- Brule G., Lenoir J. et Ramet J.P.(1997).** Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage, chapitre I, la micelle de caséine et la coagulation du lait. Pp. 7 à 39. Dans le fromage. Coord. ECK A., et GILLIS J.C. 3ème édition Tec et Doc. Lavoisier. 875 P.

C

- Cattaneo T.M.P., Nigro F., Messina G., Giangiaco R., (1994)** . Effect of an enzymatic complex from pineapple pulp on the primary clotting phase. *Milchwissenschaft*, 49, 269-272.
- Chodat R., Rouge E.(1906)** . Fig leaves as coagulant. *Zentralblatt Bakteriologie anteilung*, 16,1.
- Carole L.vignola C.(2002)**. Science et technologie du lait. Edit. Fondation de technologie laitière du Québec Inc., Canada,599p.
- Cayot P. et Lorient D. (1998)**. Structures et technofonctions des protéines du lait.Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.281p.
- Christen C., Virasoro E.(1935)**. Mémoires originaux. Présures végétales. Extraction et Codex Alimentarius. (2010). Norme Codex pour le fromage frais
- Corrieu G., et Luquet F. (2005)**. Bactéries lactiques et probiotiques. Edition : Tec et Doc. Paris.320p.
- Cuvellier G.F. (1993)** .Production des enzymes *in* Biotechnologie. Coord Scriban R. 4ème édition Tec. et Doc.Lavoisier PP948

D

- Dahou A., Homrani A., Bensaleh F., et Medjahed M., (2015)**. La microflore lactique d'un fromage traditionnel Algérien «type j'ben»: connaissance des écosystèmes microbiens laitiers locaux et de leurs rôles dans la fabrication des fromages. *Afrique SCIENCE*, 11(6), 1-13.
- Dallegish D.G., Fox P. 1997**. The enzymatic coagulation of milk. In advanced dairy chemistry VI proteins. Ed. British library cataloguing in publication Data. Pp 579 à 619. 409 p.
- Deforges J., Derens E., Rosset R. et Serrand M. (1999)**. Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition : Cemagref.Paris. 3064p.
- Demyie B. Multon J. L. Simon D.(1981)**. Classe d'enzyme. In: Tome 4, analyse des constituants alimentaires. Tech. D'analyse et contrôles dans les industries agricoles et alimentaires. Ed. Techn. Et Doc., A.P.R.1.A, France, 233- 242.
- Dehgan , B. (1998)**. Landscape Plants for Subtropical Climates. University Press of Florida, Gainesville, FL.638p.
- Dehove., 1985**. NF. VO4-287(Analyses physicochimiques des produits laitiers)
- Demyie B. Multon J. L. Simon D.(1981)**. Classe d'enzyme. In: Tome 4, analyse des constituants alimentaires. Tech. D'analyse et contrôles dans les industries agricoles et alimentaires. Ed. Techn. Et Doc., A.P.R.1.A, France, 233- 242.
- Devaraj K.B , Gowda Lalitha R .et Prakash V . (2008)**. An unusual thermostable aspartic protease from the latex of *Ficus racemosa* (L.) *Phytochemistry* 69: 647–655p.

DI Pierro G., O'keeffe M.B., Poyarkov A., Lomolino G., Fitzgerald R.J. (2014).Antioxidant activity of bovine casein hydrolysates produced by *Ficus carica L.* derived proteinase. Food chemistry.

E

Eck A. (1987). Le fromage. Ed. Paris: Techniques et documentation Lavoisier. 539p.

Eck A. (2006). Le fromage. 3 éd. Paris: Techniques et documentation Lavoisier. 891p.

Eck A et Gillis J.C. (1997). Le fromage. 3^{eme} édition : Lavoisier, Paris, France, 874p.

Eck A et Gillis J.C. (2006). Le fromage. 3^{eme} edition : Tec et Doc, Lavoisier.Paris. 891p.

Ernstrom C.A. (1983) Milk clotting enzymes and their action in fundamentals of dairy chemistry. Webb B.H., AH. Johnson and J.A. Alford . The Avi Publishing company Inc. 2nd Edition.

F

Faccia M. , Picariello G. , Trani A. , Loizzo P., Gambacorta G., Lamacchia C. et Di Luccia A.(2012). Proteolysis of Cacioricotta cheese made from goat milk coagulated with caprifig (*Ficus carica sylvestris*) or calf rennet. Food Res Technologies 234:527–533.

Fadyloglu S. (2001). Immobilization and characterization of ficin. Nahrung/Food 45 No. 2. 143– 146.

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed. Food and agriculture org. 271p.

FAO/OMS. (1996). Codex Alimentarius. N°A-6-1978. Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 258p.

Favier JC. (1985). Composition du lait de vache . Cah Nutr Diet ., 20 : 383-291.

Fox P.F. Guinee T .P . Cogan T.M. et Mcsweeney P.L.H. (2000). Fundamentals of cheese science. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc.

Fox P.F et Kelly A.L. (2006). Review; Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects-part. International Dairy Journal volume 16, issue 6, pp. 500-516.

Fredot.(2009).Connaissance des aliments-Bases aliments et nutritionnelles de la diététique. Edition : TEC et DOC, Lavoisier, Paris, France, 397p.

Froc J. (2001). Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. INRA mensuel n°110, 41-42pp.

G

Galvez A.A., Dauphin R.D., Destain J.,Campos D et Thonart P.(2012). Les enterocoques:avantage et inconvénients en biothechnologie (sunthèse bibliographie) . 67-76pp.

Garnier J., Mocquot G., Ribaleau-Dumas B., Maubois J.L. (1968)- Coagulation du lait par la présure : aspect scientifique et technologique. Ann. Nutri. Alim., 22, 495-552.

Gay M.F., Jaubert G. et Saboureau S. (1993) .Qualité hygiénique du lait de chèvre Incidence des traitements technologiques sur la qualité hygiénique du lait et des fromages de chèvre à pâte molle. Lait n° 73. pp : 499-509.

Genin G. (1968): les succédanés de la présure.Le lait 543- 544. 145- 161.

Goudéranche H., Camier-Caudron B., Gassi J.Y. et Schuck P. (2001). Procédés de transformation fromagère (partie1), Technique de l'ingénieur, Paris, France, p17.

Grappin R., Lefier D .et Mazerolles G. (2006). La spectroscopie infrarouge et ses applications analutiques. Ed dunod, Paris, 583- 626

Grospron P. (1988). Les industries agricoles et alimentaires. Ed. Paris :Technique et documentation Lavoisier. 354p.

Guinot-Thomas P., Ammoury M., Laurent F. Effects of storage conditions on the composition of raw milk. Int. Dairy J., 5, 211-223.

Guiraud JP. (1998). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires.Edition : De l'Usine Nouvelle. Paris. 237p.

Guiraud J. P., (1998). Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers. Edition DUNOD, Paris, 65.

H

Hallel A. (2001). Fromages traditionnels algériens. Quel avenir? Revue Agroligne., 14: 43- 47pp.

Hamama A., (1989). Qualité bactériologique des fromages frais marocains. Options Méditerranéennes-Série Séminaires, (6), 223-227.

Harboe M., Broe M. L., et Qvist K. B. (2010). The production, action and application of rennet and coagulants. Technology of cheesemaking, 2.

Hermier J, Lenoir J et Weber F. (1992). Les Groupes d'Interet Laitier. Ed: CEPIL.

Horne D.S. (2002). Caseins, micellar structure. In Roginski H., Fuquay J. et Fox P.F.(Eds), Encyclopedia of Dairy Sciences (pp. 1902-1909). London: Academic Press.

<http://www.blogs-afriQue.info>

<http://www.lepanierducitadin.fr>

Huppertz T., Upadhyay V.K, Kelly A.L. et Tamime A.Y. (2006). Constituents and Properties of Milk from Different Species. Brined Cheeses. Edited by Dr Adnan Tamime. Copyright © 2006 by Blackwell Publishing Ltd. pp : 1-34.

I

ISO 6785. (2008). Lait et produits laitiers - Recherche de *Salmonella spp.*

<https://infostore.saiglobal.com/en.../uni-en-iso-6785-2008-108031>

ISO 15214. (1998). Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles, Technique par comptage des colonies à 30°. <https://www.iso.org/fr/standard/26853.html>

ISO 5541. (1986). Lait et produits laitiers, Dénombrement des coliformes, Partie 1: Technique par comptage des colonies à 30°C. <https://www.iso.org/fr/standard/26853.html>

ISO 6888-1. (1990). Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces), Partie 1 : technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker. <https://www.iso.org/fr/standard/23036.html>

J

Jaqob E., Winqler H. et Haldemann J. (2009). Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions N°77. F. pp 5-31.

Jeanet R., Corguennec T., Schuck P., Brule G. (2008). Sciences des aliments. vol.2. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p449.

Joffin C. et Joffin J. N. (2010). « Microbiologie alimentaire ». Ed 1. pp244-252-269.

JOURNAL Officiel (1998). Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, arrêté interministériel de janvier. N°35.

K

Kim J. S, Kim, Y. O, Ryu H. J, Kwak Y. S, Lee J. Y et Kang H. (2003). Isolation of stress-related genes of rubber particles and latex in fig tree (*Ficus carica*) and their expressions by abiotic stress or plant hormone treatments. *Plant Cell Physiol.*, 44: 412–419pp.

Kosikowski F. (1985). Les fromages. *Revue pour la science*, p. 52.

L

Labioui H., Laarousi E., Benzakour A., EL yachioui M. Berny E. et Ouhssine M. (2009). Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 2009, 148. pp 7-16.

Lebres E., Azizi D., Hamza A., Taleb, F., et Taouchichet B. (2002). Manuel des travaux pratiques. Institut Pasteur d'Algérie, 20p.

Larpent J.P. (1990). Lait et produits laitiers non fermentés. Dans *Microbiologie alimentaire*. (Bourgeois C.M., Mesle J.F. et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc, Lavoisier, pp. 201-215

Larpent J.P. (1997). *Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire*. Edition Tec et doc, Lavoisier, Paris, 1073P.

Le Minor L. et Richard C. (1993). Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.

- Le Journal J.C.(1999).** Guide national des bonnes pratiques en production fromagère laitière Société de presse et d'édition ovine et caprine, Paris. p231.
- Lemouchi L. (2008).** Le fromage traditionnel bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivie de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de deux fabrications.Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, p65.
- Lenoviche LM. (1987).** Survival and death of microorganisms as influenced by water activity.In: Rockland LB et Beuchat LR.(Eds), Water activity : Theory and application to food.Marcel Dekkar, INC. New York, pp.199-133.
- Lehsaoui S. (2009).** Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila).Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, Département d'Agronomie.
- Leveau J. Y., et Bouix M., (1993).** Microbiologie industrielle: les micro-organismes d'interet industriel.
- Leyral G et Vierling E.(2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments hygiène et sécurité alimentaire .Ed 04. pp 98-90-91.
- Lucey J.A., Kindstedt S, et P.F. Fox. (1992).** Seasonality: its impact on the production of good quality Mozzarella cheese, in Proc. 3rd Cheese Symposium, T.M. Cogan, Ed., 41–47. Morepark, Ireland: National Dairy Products Research Centre.
- Lucey J.A. (2008).** Some perspectives on the use of cheese as a food ingredient. *Dairy Sci.Technol.* p.1-22.
- Luyten H., T. Vliet, Van T, Walstra P. (1991).** Characterization of the consistency of Gouda cheese: rheological properties. *Netherlands Milk and Dairy Journal* 45:33–53.
- Lynn K. R. et Clevette-Radford N. A. (1986).** ficin e, a serine-centred protease from FicusElastica *J'hyfocht&rry.* 25: 1559-1561 pp.

M

- Mahamedi A. E. (2015).** Etude des qualités: hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Benlahcen K. Université d'Oran. Algérie.111p.
- Mahaut M., Jeantet M., Brule G et Schuck P. (2000).** Les produits industriels laitiers. Ed. Paris: Technique et documentation Lavoisier. 178p.
- Mahaut M., Jeantet R et Brule G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Ed. Paris: Technique et documentation Lavoisier. 185p.

Mahaut M., Jeantet R., Croguenne T., Schuck P et Brule G.(2008). Les produits laitiers. Ed. Paris: Technique et documentation Lavoisier. 178p.

Marcel M. (2007). Larousse agricole Edition Larousse. Paris. France. 115-405.

Marinou V.M., Belbeldi A., La Terra S., Marenti M., Licitra G. et Carpin S. (2012). A survey of fat-soluble antioxidant, linolenic acid and conjugated linoleic acid content of traditional Algerian Bouhezza cheese, Journal of Food, Agriculture and Environnement .10, 186-190.

Mathieu J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA.Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.

Mathieu J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, ParisNRA/ Agrocampus Rennes.

Mennane Z., Khedid K., Zinedine A., Lagzouli M., Ouhssine M., et Elyachioui M. (2007). Microbial Characteristics of Klila and JbenTraditionnal Moroccan Cheese from Raw Cow's Milk. World Journal of Dairy& Food Sciences, 2(1), 23-27.

Michel V. Hauwuy A. et Chamba J.F.(2001). La flore microbienne de lait crus de vache : diversité et influence des conditions de production. Le lait, 81: pp 575-592.

Mikulec P.D. et Jovanović L. (2005) .Microbiological study of fresh white cheese (a serbian craft variety).Applied Ecology and Environmantal resaeche.4, 129-134pp.

Millet L., Saubusse S., Didienne R., Tessier L. et Montel M.C. (2006). International Journal of Food Microbiology, 108:105-114pp.

Mitton B. , 1991 –Transformation du lait en fromage :de Rossart H et Luquet F.M (Coord) les bacteries lactiques (vol .II) Ed Lorica . uriage .FR . pp -55- 133

Montel M-A., Delbes-Pausa C., Vuitton D.A. et Desmasures N., Gret. (2002): Transformation les produits laitiers frais à la ferme. 1ère Ed 2002, Educagri editions. 232p.

N

Ouazzani N., Tyabi A., ArfaouiI et Fadli M. (2014).Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc ;Innovative Space of Scientific Research Journals ; 2351-8014 Vol. 9, pp. 487-493.

NF V08-060. (2009). Microbiologie des aliments, Dénombrement des coliformes thermo tolérants par comptage des colonies à 44° C.

Nouani A. Hamrani L et Bellal.M.M. (2011), Purification et caractérisation de protéase coagulant le lait extraite à partir du proventricule de poulet (Gallus Gallus), UMBB,ENSA .Algérie.

O

Oner M. D. et Akar B. (1993). Separation of the proteolytic enzymes from fig tree latex and its utilization in Gaziantep cheese production. *Lebensm. -Wiss. U. Technol.*, 26: 318-321pp.

Owusu-Kwarteng J., Akabanda F., Nielsen D. S., Tano-Debrah K., Glover R. L., et Jespersen, L. (2012). Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional fura processing in Ghana. *Food Microbiology*, 32(1), 72-78.

P

..
Paccaminot J., Fournir S., Lebeuf Y., Paquin et Simpson R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait *in* Sciences et technologies du lait. Ecole polytechnique de Montréal. Pp .1-69. Alin et Galantier. (1986) :composition du lait, Lavoisier. Paris

Payne T. C. (2009). Enzymes in Meat Systems Enzymes. Chapter 8. R. Tarté (ed.), *Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications*. 26p.

Paul Ross R., Morgan S., et Hill C. (2002). Preservation and Fermentation: present and future. *Int. J. Food. Microbiol*, 79: 3 – 16pp.

Prescott L. M., Harley J. P. et Klein, D. A. (2003). *Microbiologie, de Boeck* 2e édition française, 41-73.

Pernodet G. (1984). Le fromage. Edition: Lavoisier. Paris, France, pp. 219-248

R

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

Ramet J.P.(1985). La fromagerie et les variétés du bassin méditerranées. 187 p. Collection FAO Alimentation et nutrition n°48.

Randazzo C.L., Caggia C. et Neviani C.L.E. (2009) . Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *J. Microbiol. Methods*, 78:p 1–9

Rhiat M., Labioui H., Driouich A., Aouane M., Chbab Y., Mennane Z., et Ouhssine M., (2011). Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(3).

Robinson R.K. (1998). Coagulant and Precipitants; In « Cheesmaking Praticce » Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Roseiro L.B ., Garcia-Risco M., Barbosa M., Ames M.J et Wilbey A R. (2003) . Evaluation of Serpa cheese proteolysis by nitrogen content and capillary zone electrophoresis. *International Journal of Dairy Technology*, Vol 56(2): 99-104.

Ross T., Ratkowsky D.A., Mellefont L.A et McMeekin T.A. (2003). Modelling the effects of

temperature, water activity, pH and lactic acid concentration on the growth rate of *Escherichia coli*. International Journal of Food Microbiology. **82**, 33-43.

Rosset R. (2001) Croissance microbienne et froid. Etude du cas particulier de *Listeria monocytogenes*. Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, 185(2), 287-300.

Raynaud S., Minard L., Lefrileux Y., Morge S., Laithier C., Barral J., Cuvillier D., Chatelin Y.M., Leroux V., Wyon I. (2008) Augmenter la maîtrise de fabrication du caillé en technologie lactique tout en utilisant des flores indigènes et du lait cru. Collection résultats. Compte rendu Institut de l'Élevage 150838002, 60P

Rouahna K. (2008) Evaluation des caractéristiques physicochimiques et rhéologiques lors de la fabrication du fromage traditionnel *bouhezza*. 48 p.

Roudaut H. et Lefrancq E. (2005). Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

S

Sardina P. (1969). Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical and proteolysis characteristics of ovine cheese. Journ. Of Agricultural and food chemistry. **45** (1), 74-81

Shah Manzoor A., Shabir A. M. et Aray M. A. P. (2014) Plant proteases as milk-clotting enzymes in cheesemaking: a review. Dairy Sci. & Technol. **94**: 5–16pp.

Sousa M., Malcata F. (1997). Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical and proteolysis characteristics of ovine cheese. Journ. of Agricultural and food chemistry. **45** (1), 74-81

Storry J., Grandison S., Dmillard A., Owen et G D Rord., 1983. Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different: breeds and species of ruminant. J. Dairy Res. **50**

Sutherland J. et Varnan, A. (2001) Milk and Milk Product. *Technology, Chemistry and Microbiology*. Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland, 387-429.
215- 229.

T

Talantikite-Kellil S. (2015) .*Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine microbienne pour application en fromagerie* (Doctoral dissertation).p27

Touati k (1990). Contribution à l'étude microbiologique et physico-chimique d'un fromage artisanal algérien "la *klila*". Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 83 p.

Toukbahlem (2016). Etude physicochimique, microbiologique du jben traditionnel de la région d'ainsefra fabriquée par el haka. : Mémoire de master . Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications. 26p.

V

Veisseyre R(1975). Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 2^{ème} édition. Maison Rustique. 697 p.

Veisseyre R.(1979). Technologie du fromage: 3^{ème} édition. Maison Rustique, 714 p.

Veisseyere R. (1975). Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. In Technologie du lait. Ed. Paris: la maison rustique. pp. 505, 577.

Vilain A. (2010). Qu'est-ce que le lait?.*Revue française d'allergologie*, 50(3), 124-127

Vidaud J. (1997). Le figuier monographie de CTIFL (centre technique interprofessionnel des fruits et légumes). 267p.

Vignola C. (2002) .Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-600.

Vignola, C., Michel J., et Paquin P.(2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. *Ed Lvoisier, Paris.*

Vivegnis J., Dubois CH., Nicolay L .,Mairy F. , Jacob C .,Piroux E ., El Lioui M . et Decallonne J .(1998). Qualité microbiologique des fromages artisanaux français fabriqués au lait cru en Région Wallonne. *Biotechnol .Agron .Soc . Environ.* 2 (4) ,248-255pp.

W

Walstrap P.,Geurts T., Noomen A., Jellema A and Vanboekel M.A.J.S. (1999). Dairy technology: Principles of milk properties and processes. New York: Marcel Dekker Inc.

Wigley R (1996). Cheese and whey in industrial enzymology. *Godfrey and Wiest*, 2, 135-142

www.blogs-afrique.info.

Z

Zare H., Moosavi-Movahedi A. A., Salami M., Morteza M., Saboury A. A. et Sheibani N. (2013). Purification and autolysis of the ficin isoforms from fig (*Ficus carica cv. Sabz*) latex. *Phytochemistry* 87: 16–22.

Zaidi O . (2002). Caractérisation du fromage traditionnel *bouhezza*; caratirisation physicochimique INATA Université de Constantine Algérie .

Zeller B.(1980). Le fromage de chèvre: spécificités technologiques et économiques. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Annexes

· **Annex 01** : lait cru

Tableau I : Composition moyenne du lait (Charles et al., 2005)

Constituants majeurs	Composition (%)	Etat physique des composants	Caractéristiques
Eau	87	Eau liber : 87.5% Eau liée : 10%	C'est le solvant du lactose et des sels. Retenue par des substances en émulsion et en suspension
Glucides << lactose >>	40	Solution	Un solide blanchâtre , avec un pouvoir sucrant 4 fois plus faible que le saccharose.
Lipides :	35	Les globules gras sont en émulsion de type huile dans l'eau	✓ Se trouvent aux centres des globules gras. ✓ Constituent l'enveloppe des globules gras . ✓ Rassemblent :les carotènes et les stérols (d'où dérivent les A et B)
✓ Triglycérides	98		
✓ Phospholipides	1		
✓ Fraction insaponifiable	1		
Protides :	34	✓ Suspension micellaire de Phospho-caseinate de Ca++ ✓ Solution colloïdale ✓ Solution varie	✓ Sont principalement : $\alpha_1, \alpha_2, \beta$ et κ ✓ Les deux principales sont la β -lactoglobuline et α -lactalbumine ✓ Sont principalement :protéase, peptone.
*Caséine	80		
*Protéines du sérum	20		
*Substances azotées non protéiques	1.2		
Minéraux :	Traces	/	Cette composition varie selon la saison et l'alimentation de l'animal.
*Potassium	1500(mg/kg)		
*Calcium	1180(mg/kg)		
*Chlorure	958(mg/kg)		

Annexes

<p>Vitamines :</p> <p>*Hydrosolubles</p> <p style="padding-left: 20px;">A</p> <p style="padding-left: 20px;">D</p> <p style="padding-left: 20px;">E</p> <p style="padding-left: 20px;">K</p> <p>*Liposolubles</p> <p style="padding-left: 20px;">B6, B1</p> <p>B2 (Riboflavine)</p>	<p style="text-align: center;">Traces</p> <p style="padding-left: 20px;">40µg/100ml</p> <p style="padding-left: 20px;">2.4µg/100ml</p> <p style="padding-left: 20px;">100µg/100ml</p> <p style="padding-left: 20px;">5µg/100ml</p> <p style="padding-left: 20px;">50.45mg/100ml</p> <p style="padding-left: 20px;">175µg/100ml</p>	/	<p style="text-align: center;">Participant comme cofacteurs dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaire.</p>
<p>Enzymes :</p> <p>*Hydrolases</p> <p style="padding-left: 20px;">Estérases</p> <p style="padding-left: 20px;">Protéases</p> <p>*Diastases</p> <p>*Oxygénases</p>	Traces	/	<p style="text-align: center;">Leurs substrats spécifiques sont les Triglycérides, esters phosphoriques. Enzymes spécifiques pour les parois cellulaires microbiennes et caséine.</p> <p style="text-align: center;">Enzymes spécifiques aux protéines, peptides et bases puriques.</p> <p style="text-align: center;">Le substrat est les composés réducteurs H2O2</p>

Tableau II : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002):

Microorganismes	Pourcentage(%)
<i>Miceococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10—30
<i>Streptococcus et Lactococcus</i>	<10
Bactéries à Gram négatif	<10

Tableau III: Classement du lait en fonction de test réductase (Larpen, 1997).

Temps de décoloration	Nombre de bactéries/ml	Qualité du lait
5 heures ou plus	100000-200000	bonne
2 à 4 heures	200000 à 2 millions	Bonne à passable
Moins de 2 heures	2 à 10 millions	Insuffisante

Annex 02 (Fromage et le fromage frais)**Tableau IV**: Composition moyenne pour 100 g de fromage frais (Eck, 1987).

Composition	Valeur
Eau	79 g
Energie	118 Kcal
Glucides	4 g
Lipides	7,5
Protéines	8,5
Calcium	100 mg
Phosphore	140 mg
Magnésium	10 mg
Potassium	130 mg
Sodium	40 mg
Zinc	0,5 mg
Thiamine	0,03 mg
Riboflavine	0,15 mg
Niacine	0,15 mg
Acide ascorbique	00 mg

Tableau V : Normes Algériennes pour le lait cru (J.O.R.A, 1998)

Flore	Normes (UFC/ml)
Germes aérobie à 30°C	10 ⁵
Coliforme fécaux	10 ³
Streptocoque fécaux	Absence / 0 ,1ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
Clostridium sulfite-réducteur à 46°C	50
Antibiotique	Absence

Tableau VI : Normes Algériennes pour le fromage frais (J.O.R.A, 1998)

Flore	Normes (UFC/g)
Coliformes	10
Coliformes fécaux	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	10
<i>Listeria monocytogenes</i>	Absence
<i>Salmonella spp .</i>	Absence

Annexe 03: Composition des solutions de titrage.

1- La liqueur de Fehling A

- Eau distillé.....1000 ml
- CuSO₄.....40 g
- H₂SO₄.....2 ml.

➤ Préparation

- Dissoudre 40g de CuSO₄ (sulfate de cuivre) dans l'eau distillé sous l'agitation
- Ajouter 2ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) (d=1,83).
- Après la dissolution complète jauger a 1000ml

2-La liqueur de Fehling B

- Eau distillé.....1000 ml
- Tartrate de sodium et de potassium200 g
- NaOH.....150 g

➤ Préparation

- Dissoudre 200g de tartrate de sodium et de potassium dans l'eau distillé sous l'agitateur(1)

- Dissoudre 150g de NaOH en pastille dans l'eau distillé sous l'agitateur(2)
- Mélanger les deux

3-Solution Ferrique (Fe (III))

- Eau distillé.....1000 ml
- Alun de fer.....125 g
- Sulfate ferrique.....50 g
- Acide sulfurique.....109 ml

➤ Préparation

- Dissoudre 125g d'Alun de fer ou 50g de sulfate ferrique dans l'eau distillé
- Ajouter 109ml d'acide sulfurique (d=1,83)
- Jauger à 1000ml

4-Phosphate tri potassique (K₃PO₄)

- Eau distillé.....200 ml
- KOH.....37,52 g
- K₃PO₄.....10,86 ml

➤ Préparation

- Dissoudre 37,52g de KOH dans l'eau distillé.
- Sous l'agitateur ajouter 10,86ml de K₃PO₄.
- Jauger à 200 ml.

5-Acide borique (H₃BO₃)

- Eau distillé.....1000 ml
- H₃BO₃40 g
- Vert bromocrésol10 ml
- Rouge de méthyle.....7,5 ml

➤ Préparation

- Chauffer l'eau avec l'agitation
- Verser doucement l'acide borique, laisser refroidir
- Ajouter les deux indicateurs colorés
- Jauger à 1000ml

2-Composition des milieux de cultures (g/l)

Tableau VII : Gélose PCA (Liofilchem, Italie)

Composition	La quantité de 1L
Tryptone	5g
Glucose	1g
Extrais de la levure	2,5g
Agar bactériologique	15g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C 7,0 ± 0,2

Tableau XIII : Gélose MRS (Conda, Espagne)

Composition	La quantité de 1L
peptone bactériologique	10 g
Extrait de viande	8 g
Extrait de levure	4 g
Glucose	20 g
Tween 80	1g
Phosphate dipotassique	2 g
Acétate de sodium	5 g
Citrate d'ammonium	2 g
Sulfate de magnésium	0,20 g
Sulfate de manganèse	0,05 g
Agar bactériologique	10 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C $6,2 \pm 0,2$

Tableau IX :Gélose M 17 (TM Media,Inde)

Composition	La quantité de 1L
Tryptone	2,5 g
Peptone pepsique de viande	2,5 g
Peptone papaïnique de soja	5 g
Extrait autolytique de levure	2,5g
Extrait de viande	5 g
Lactose	5 g
Glycérophosphate de sodium	19 g
Sulfate de magnésium	0,25 g
Acide ascorbique	0,50 g
Agar	10 g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,8 \pm 0,2$.

Tableau X : Additif M 17 (TM Media,Inde)

Composition	La quantité de 1L
Disidium B-glycerophosphate	19 g

Tableau X I: Gélose viande-foie (VF) (HIMEDIA,Inde)

Composition	La quantité de 1L
Peptone viande-foie	30
Glucose	2
Amidon soluble	2
Sulfite de sodium	2,5
Citrate de fer ammoniacal	0,5
Agar agar bactériologique	15

pH du milieu prêt-à-l 'emploi à 25°C : $7,6 \pm 0,2$.

Tableau XII : Gélose Sabouraud (Conda, Espagne)

Composition	La quantité de 1L
Peptone de gélatine	10g
Glucose	20g
Agar	17g

pH du milieu prêt-à-l 'emploi à 25°C : $5,6 \pm 0,2$.

Tableau XIII : Gélose Slanetz et Bartley (Conda, Espagne)

Composition	La quantité de 1L
Tryptophane	20 g
Extrait autolytique de levure	5 g
Phosphate dipotassique	4 g
Azide de sodium	0,4 g
Chlorure de tetrazolium	0,1 g
Glucose	2 g
Agar bactériologique	10 g

pH du milieu prêt-à-l 'emploi à 25°C : $7,2 \pm 0,1$.

Tableau IX : Gélose VRBL (Biokar, Inde)

Composition	La quantité de 1L
Lactose	10 g
Peptone	7 g
Chlorure de sodium	5 g
Extrait de levure	3 g
Sel billiaire	1,5 g
Rouge neutre	0,3 g
Cristal violet	0,002 g
Agar bactériologique	12 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$.

Tableau XI : Gélose Baird Parker (Conda, Espagne)

Composition	La quantité de 1L
h Tryptophane	10 g
Extrait de bœuf	5 g
Extrait de levure	5 g
Glycine	1 g
Pyruvate	12 g
Chlorure de lithium	10 g
Agar bactériologique	17 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,2 \pm 0,2$.

Remarque

Les milieux de culture sont autoclavés pendant 20min à 120°C.

Bouillons

Tableau XII : Bouillon Roth (Himedia,Inde)

Composition	La quantité de 1L
Peptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Phosphate dipotassique	2,7 g
Phosphate montassique	2,7 g
Azide de sodium	0,4 g
Ethyl -violet	0,0008 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $6,8 \pm 0,2$.

Tableau XVII : Bouillon EVA LITSKY (Liofilchem, Italie)

Composition	La quantité de 1L
Peptone de caséine	20 g
Extrait de viande	1,5 g
Glucose	1,5 g
Chlorure de sodium	4 g
Phosphate dipotassique	4 g
Phosphate monopotassique	2,7 g
Azide de sodium	0,2 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,2 \pm 0,2$

Tableau XVIII : Bouillon Giolliti contonii (TM Media, Inde)

Composition	La quantité de 1L
Peptone de caséine	20 g
Extrait de viande	5 g
Extrait de levure	5 g
Chlorures de lithium	5 g
Mannitol	20 g
Chlorures	5 g
Glucose	12 g
Pyruvate de sodium	5 g

❖ NB : Ajouter l'additif tellurite de potassium à 0,05g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $6,9 \pm 0,2$.

➤ Préparation de bleu méthylène

Bleu de méthylène.....0,05g

L'eau distillée10ml

Autoclaver pendant 20 min à 120 °C

➤ Préparation de phénophtaléine

Phénophtaléine0,1g

Alcool10ml

➤ Préparation de la solution NaOH

NaOH.....4g

L'eau distillée100ml

Tableau XVIII : Résultats de l'analyse microbiologique du lait cru.

Flore	Résultat ufc/ml
FTAM	$2,3 \cdot 10^8$
FL	$4,7 \cdot 10^7$
<i>Lb</i>	$2,33 \cdot 10^4$
<i>Lactocoque</i>	$7 \cdot 10^7$
CF	/
CT	/
<i>S.auricus</i>	$4 \cdot 10^3$
Moisissure	$1 \cdot 10^5$
Levure	$3 \cdot 10^4$
Clostridium sulfite reducteur	/

Tableau xx Résultats de l'analyse microbiologique des trois fromages .

Flore	Fromage 03	Fromage 02	Fromage 01
FTAM	$1,9 \cdot 10^8$	$1,025 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^7$
FL	$1,17 \cdot 10^8$	$3,1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$
Lb	$3,0 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$
Lactocoque	$2,28 \cdot 10^8$	$9,5 \cdot 10^7$	$5,05 \cdot 10^7$
CF	$1,5 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$
CT	$2,8 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$
S .auricus	$3,6 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^5$
Clostridium	/	/	/

Résumé

Dans toutes les régions de l'Algérie, plusieurs types de fromages sont issus des transformations du lait cru de chèvre, de vache ou de brebis par des méthodes traditionnelles. Parmi les préparations lactières traditionnelles algériennes « Agugli » est fabriqué dans la région kabyle (fromage frais artisanal), il contient une microflore variée. Le rôle important de la microflore naturelle du lait cru sur la qualité finale des fromages et l'activité coagulante de l'extrait brut du latex de figuier, succédané de la présure, a été mis en évidence par une mise au point d'un fromage frais artisanal et sur une contribution à l'optimisation des paramètres de la fabrication de ce fromage à partir du lait cru de vache collecté dans la région de Chemini, Bejaia. L'analyse du lait destiné à la production du fromage a montré une bonne qualité hygiénique. Lors de la transformation du lait cru en fromage par coagulation enzymatique sous l'action de l'extrait, un gel homogène, ferme, épais obtenu. Trois échantillons de fromage frais artisanal fabriqués ont été soumis à des analyses physicochimique et microbiologique afin de mettre en évidence leurs qualités hygiénique et bactériologique, les résultats montrent une charge élevée en flore lactique et en entérocoques avec présence d'une charge de *S. aureus*. Concernant les résultats de l'analyse physicochimique, ils témoignent de la bonne qualité nutritionnelle du fromage et cela est en relation étroite avec la composition du lait cru utilisé. Cependant, ces résultats de l'analyse physicochimiques (pH, acidité matière grasse, extrait sec) ont montré que le rendement est influencé par plusieurs paramètres (volume de l'extrait enzymatique, le temps de coagulation).

Mot-clé : Optimisation, Fromage frais artisanal, Lait cru, Flore originelle, Latex, Volume, Temps de coagulation .

Abstract

In all regions of Algeria, several types of cheese are derived from raw milk, goat or cow transformations by traditional methods. Among the traditional Algerian dairy preparations "Agugli" is made in the Kabyle region (artisanal fresh cheese), it contains a varied microflora. The important role of the natural microflora of raw milk on the final quality of cheeses and the coagulating activity of the crude extract of fig-tree latex, a rennet substitute, was highlighted by a development of a cheese Fresh artisanal and on a contribution to the optimization of the parameters of the manufacture of this cheese from raw cow's milk collected in the region of Chemini, Bejaia. Analysis of milk for cheese production has shown good hygienic quality. When the raw milk is processed into cheese by enzymatic coagulation under the action of the extract, a homogeneous, firm, thick gel obtained. Three samples of artisan cheese produced were subjected to physicochemical and microbiological analyzes in order to highlight their hygienic and bacteriological quality, the results show a high load of lactic flora and enterococci with the presence of a load of *S. aureus*. Regarding the results of the physicochemical analysis, they testify to the good nutritional quality of the cheese and this is in close relation with the composition of the raw milk used. However, these results of the physicochemical analysis (pH, fatty acidity, dry extract) have shown that the yield is influenced by several parameters (volume of the enzymatic extract, the clotting time). Keyword: Optimization, Fresh artisanal cheese, Raw milk, Original flora, Latex, Volume, Clotting time .