

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
Filière : Sciences biologiques
Option : Microbiologie Alimentaire et Santé



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

MASTER

Thème

*Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de
deux fromages artisanaux algériens Algafs et Alatig*

Présenté par :

BARACHE Nacim et BOUATMANE Samira

Soutenu le : 18 Juin 2016

Devant le jury composé de :

Mme FARADJI S.
Mr BENDJEDDOU K.
Mme TITELI F.

MCB	Président
MCB	Encadreur
MAA	Examineur

Année universitaire : 2015 / 2016

Remerciements

Un mémoire, tant nominatif soit-il, est un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il nous est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation. Avant tout, nous remercions Le BON DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail. Notre vif remerciement et notre profonde gratitude s'adressent à notre encadreur Mr BENDJEDOUY K, qui a accepté de nous encadrer, on le remercie infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux, durant la réalisation du présent travail. Nos remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail, au présidente M^{me} FERADJI S., à l'examinatrice, M^{me} TETEILI F. et particulièrement aux personnels des deux laboratoires privés : ANALAB et Sarl RAMDY pour leurs suivi, pour leur disponibilité et leur bienveillance durant notre travail. On tient à remercier l'ensemble de la promotion microbiologie appliquée 2015/2016 Nous remercions nos familles pour leurs aides durant nos études et leurs soutiens. Enfin, on adresse nos plus sincères remerciements à tous les proches, et à tous nos amis avec lesquels on a travaillé ensemble, Toutes les personnes qui ont contribuées de près et de loin.

Merci 

Dédicaces

Avec l'aide de DIEU, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie

À :

*La mémoire de ma défunte grand-mère, que DIEU puisse l'accueillir
dans son vaste paradis*

Mon grand-père (le vieux) à qui je dois énormément.

*A mon père qui a cru en moi et qui m'a donné les moyens d'aller aussi
loin, ce travail est le fruit de tes sacrifices.*

*A ma très chère mère affable, honorable, aimable,
la source de la tendresse de patience inépuisable, tu es l'une de ces
femmes qui ont le talent de faire aimer la vie après l'avoir donné
A ma tante aussi généreuse qu'elle soit qui présente le symbole de la
bonté par excellence.*

A mon frère et ma sœur (AMINE et INES)

*Toute ma grande famille surtout mes tantes, mes oncles, mes cousins,
mes cousines et tous mes très chers amis et ainsi ma camarade et à
toute sa famille*

*Mes enseignants qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus
d'études, qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien
acquis.*

NACIM.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanents venus de toi.

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes enseignants qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus d'études, qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu.

Et

Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

SAMIRA.

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le fromage

I.1. Historique et définition du fromage	3
I.2. Procédé de fabrication du fromage.....	3
1) Coagulation.....	3
• Par voie enzymatique	3
• Par voie acidifiante.....	3
• Par voie mixte	4
2) Egouttage.....	4
3) Salage.....	4
4) Affinage	4
I.3. Classification des fromages.....	5
1) Fromages frais à pâte fraîche	5
2) Fromages à pâte molle	5
3) Fromages à double présentation	5
4) Fromages à pâte persillée	5
5) Fromages à pâte pressée	5
6) Fromages à pâte pressée cuite.....	6
7) Autres types de fromages	6
I.4. Composition et la valeur nutritionnelle du fromage.....	6

Chapitre II : Les fromages traditionnels en Algérie

I. Les fromages traditionnels en Algérie.....	7
1) Klila.....	7
2) Bouhezza.....	7
3) Jben.....	8

4) Kemaria	8
5) Takammart.....	8
6) Aoules.....	8
7) Méchouna.....	9
II. Les microflores du fromage.....	9
II .1.Flore lactique.....	9
II .2.Flore d'altération.....	10
II .3.Flore pathogène.....	10

Partie enquête

I. Enquête sur les deux fromages artisanaux	11
I.1.La localisation de la région	11
I.2.Méthode de fabrication des fromages artisanaux	11
I.2.1. Algafs.....	11
I.2.2. Alatig.....	12

Partie Pratique

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I. Echantillonnage..... ;.....	14
II. Analyses physico-chimiques.....	14
II.1. Détermination du pH	14
II. 2. Détermination de l'acidité titrable.....	14
II. 3. Détermination des sucres réducteurs.....	15
II.4. Détermination de l'extrait sec totale	16
II.5. Détermination du taux de la matière grasse.....	17
II. 6. Rapport de matière grasse sur matière sèche G/S	17
II.7. Détermination de la teneur en eau dans le fromage dégraissé.....	17
II.8. Détermination de la teneur en azote totale.....	18

III. Analyse microbiologie.....	19
III.1. Préparation de la solution mère et les dilutions décimales	19
III. 2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	19
III.3. Dénombrement des coliformes totaux.....	20
✓ Recherche des coliformes fécaux.....	20
III.4. Dénombrement des streptocoque totaux	20
✓ Recherche des streptocoques fécaux.....	20
III.5. Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (CSR)	20
III.6. Dénombrement de la flore lactique	21
III.6.1. Dénombrement des lactobacilles.....	21
III.6.2. Dénombrement des streptocoques lactiques.....	21
III.7. Dénombrement et la recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	21
III 8. Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>	21
III.9. Recherche des salmonelles.....	22
III.10. Dénombrement des levures et moisissures.....	22

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Les analyses physico-chimiques.....	23
I.1. pH	23
I. 2. L'acidité titrable.....	24
I. 3. Les sucres réducteurs.....	25
I.4. La matière grasse.....	25
I.5. Extrait sec totale	26
I.6. Rapport de matière grasse sur matière sèche (G/S).....	27
I.7. Détermination de la teneur en eau dans le fromage dégraissé.....	28
I.8. Détermination de la teneur en azote totale.....	28
II. Les analyses microbiologiques.....	30
II.1. La flore aérobie mésophile totale (FTAM).....	30

II .2.Les Coliformes totaux et fécaux.....	31
II.2.1.Coliforme totaux.....	31
II.2.2.Coliforme fécaux.....	33
II.3. Les streptocoques totaux et fécaux	34
II .4. Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (CSR).....	34
II .5. La flore lactique	35
II.5.1. Streptocoques lactiques (Lactocoques).....	35
II. 5.2. Les lactobacilles.....	35
II.6. Les <i>Staphylococcus aureus</i>	36
II.7. Les Salmonelles et les <i>Listeria monocytogenes</i>	37
II.8. Les levures et les moisissures	37

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

EST : Extrait Sec Totale.

E.V.A: Ethyle Violet Azide .

FAO: Food and Agriculture Organization.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

KMnO₄ : Permanganate de Potassium.

K₂SO₄ : Sulfate de Potassium.

MG : Matière Grasse.

NaOH : Hydroxyde de Sodium.

NPP : Nombre le Plus Probable.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : potentiel Hydrogène.

SM : Solution Mère.

TEFD : Teneur En Eau Dans Le Fromage Dégraissé.

UFC : Unité Formant Colonie.

Liste des Figures

n°	Titre	Page
Fig.01	La région de fabrication du fromage Algérien de Boussaâda.	11
Fig.02	Les étapes de fabrication du fromage de Boussaâda.	12
Fig.03	Diagramme de fabrication des deux fromages artisanaux.	13
Fig.04	Histogramme présentant les valeurs de pH.	24
Fig.05	Histogramme présentant les valeurs de l'acidité titrable.	24
Fig.06	Histogramme présentant les valeurs des sucres réducteurs	25
Fig.07	Histogramme présentant les valeurs de la matière grasse.	26
Fig.08	Histogramme présentant les valeurs de l'EST.	26
Fig.09	Histogramme présentant la valeur du rapport G/S.	27
Fig.10	Histogramme présentant les valeurs de TEFD.	28
Fig.11	Histogramme présentant les valeurs de l'azote et de protéine totale.	29
Fig.12	Les résultats d'analyse microbiologique des FTAM.	31
Fig.13	Les résultats d'analyse microbiologique des Coliformes totaux.	32
Fig. 14	Les résultats d'analyse microbiologique des Coliformes fécaux.	33
Fig.15	Les résultats d'analyse microbiologique des Streptocoques totaux.	34
Fig.16	Les résultats d'analyse microbiologique des Streptocoques lactique	35
Fig.17	Les résultats d'analyse microbiologique des Lactobacilles	35
Fig.18	Les résultats d'analyse microbiologique des <i>Staphylococcus aureus</i>	37
Fig.19	Les résultats d'analyse microbiologique des levures.	38
Fig.20	Les résultats d'analyse microbiologique des moisissures.	38

Liste des Figures en annexe

n°	Titre
Fig.01	Préparation de la solution mère.
Fig.02	Préparation des dilutions décimales.
Fig.03	Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.
Fig.04	Dénombrement des coliformes totaux.
Fig.05	Recherche des coliformes fécaux.
Fig.06	Dénombrement des Streptocoques.
Fig.07	Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (CSR).
Fig.08	Dénombrement des lactobacilles.
Fig.09	Dénombrement des streptocoques lactiques.
Fig.10	Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i> .
Fig.11	Recherche des salmonelles.
Fig.12	Différentes voies de dégradation du glucose par les bactéries lactiques.

Liste des tableaux

n°	Titre	Page
Tableau I	Résultats des analyses physico-chimiques des deux types de fromages.	23
Tableau II	Classification fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.	29
Tableau III.	les résultats des analyses microbiologiques des deux fromages analysés Algafs et Alatig.	30
Tableau IV	Normes microbiologiques du fromage à pâte molle (J.O.R.A, 1998).	32

Liste des tableaux en annexe

n°	Titre
Tableau I	Les résultats des analyses physico-chimiques pour les deux fromages Algafs et Alatig.
Tableau II	Résultats de dénombrement de la flore totale aérobie mésophile
Tableau III.	Résultats de dénombrement des coliformes totaux.
Tableau IV	Résultats de dénombrement des coliformes fécaux.
Tableau V	Résultats du dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> .
Tableau VI	Résultats du dénombrement des Streptocoques totaux.
Tableau VII	Résultats du dénombrement des Levures et des Moisissures.
Tableau VIII	Les résultats du dénombrement des Streptocoques lactiques.
Tableau VIII	Résultats du dénombrement des lactobacilles.
Tableau X	Table de Mac Grady pour 3 tubes par dilution.

Introduction

Introduction

L'Algérie est considérée comme l'un des grands pays consommateurs de lait et dérivés (**Kacimi, 2013**). Le lait contient de nombreux nutriments nécessaires à notre organisme comme les protéines, les glucides, les lipides, les sels minéraux, vitamines et les oligo-éléments. Cependant, il représente un milieu biologique fortement altérable par voie microbienne en raison de sa forte teneur en eau, de son pH voisin de la neutralité et de sa richesse en composants biodégradables (lactose, protéines et lipides) (**Latham, 2001**).

La production laitière en Algérie est régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrée à la production industrielle de lait et dérivés (**Zoubeidi et Gharabi, 2013**). Généralement l'élevage est mené en extensif et demeure peu productif, ce qui explique globalement sa faible contribution au fonctionnement de l'industrie laitière (**Amellal, 1995**). Le lait non collecté reste en partie utilisé pour l'allaitement et l'autoconsommation familiale, mais une quantité non négligeable est écoulée par les circuits non contrôlés et le plus souvent conservé par transformation en différents produits traditionnels (**Belhadia et al., 2014**). En Algérie, les fromages ont une longue histoire et ils sont traditionnellement fabriqués par des processus anciens à partir du lait de vache, de chèvre, de brebis ou de mélanges. Plus de 10 fromages traditionnels sont produits dans tout le territoire algérien mais uniquement le jben et la klila sont très connus (**Hallel, 2001**).

La connaissance de ces produits permet la préservation d'un savoir-faire ancestral et contribue à faire vivre les régions rurales. Malgré des altérations parfois apparentes et des accidents de fabrication dont les consommateurs peuvent être victimes, la demande pour des aliments traditionnels produits à la ferme est en augmentation constante. Cependant, pour pouvoir développer le marché des produits traditionnels, il faut prolonger la durée de leur conservation, car ils périssent rapidement, et rassurer les consommateurs en introduisant des standards minimums d'hygiène lors de la fabrication des produits et une meilleure chaîne de conservation du froid. La présence de bactéries pathogènes et d'altération dans ces produits est signalée comme un risque sanitaire en raison de la contamination bactérienne au cours des différentes étapes de fabrication du fromage. En outre, aucun contrôle officiel de conformité aux normes réglementaires n'est établi dans cette collectivité rurale (**Benkerroum, 2004**).

Algafs et Alatig sont des fromages largement fabriqués à M'sila, essentiellement dans la région rurale de Boussaâda mais ils restent inconnus. Aucune étude n'a été réalisée

sur ces fromages et aucune donnée sur sa méthode de fabrication, ni sur ses caractéristiques physico-chimiques ou microbiologiques n'est disponible. La valorisation des produits laitiers locaux doit être réalisée afin de les décrire, les analyser et s'assurer qu'ils sont propres à la consommation humaine et conformes aux normes Algériennes.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour but la détermination des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des deux fromages artisanaux « Algafs » et « Alatig ».

Partie
Bibliographique

I.1. Historique et définition du fromage

Le fromage constitue une forme ancestrale de conservation des constituants du lait et possède par ailleurs un haut intérêt à la fois nutritif et épicurien. Actuellement, ces produits ont des formes et des goûts très variés selon l'origine du lait (vache, brebis, chèvre, etc.) et la technologie appliquée. Ainsi, plus de 1000 variétés de fromage ont pu être répertoriées. L'origine du fromage remonte à la plus haute antiquité, les premiers fromages ont été fabriqués à l'ouest de l'Asie il y a 8000 ans (**Eekhof-Stork, 1978**).

La norme FAO/OMS n°A6 du Codex Alimentarius (**1996**) définit le fromage comme étant un « produit frais ou affiné de consistance solide ou semi-solide dans lequel le rapport protéines sériques/caséines ne dépasse pas celui du lait et obtenu par coagulation complète ou partielle des matières premières suivantes : lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème, ou babeurre, seul ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par l'égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ».

I.2. Procédé de fabrication du fromage

1) 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 (**Goudéranche et al., 2001**) :

- **Par voie enzymatique** : il y a un grand nombre d'enzymes protéolytiques 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**).
- **Par voie acidifiante** : grâce aux bactéries lactiques, présentes naturellement dans le lait ou apportées sous forme de levains, le lactose du lait est fermenté en acides organiques 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 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**).

2) Egouttage

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 et son devenir au cours de l'affinage. 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**).

3) Salage

Le salage a un rôle sensoriel, en donnant une saveur marquée au produit, et un rôle technologique en complétant l'égouttage et en limitant l'acidification et la déminéralisation. L'ajout de sel permet également la sélection de la flore de l'affinage. Le salage se fait avec le sel par saupoudrage, immersion en saumure ou par salage direct du caillé (**Hadry et Scher, 1997**).

4) Affinage

A l'exception des fromages frais, tous les autres types de fromages subissent une maturation biologique plus ou moins prononcée. L'affinage est une étape clef pour le développement des qualités spécifiques de chaque fromage. Sous l'action d'enzymes de diverses origines, le caillé est fermenté, hydrolysé, et transformé en une pâte d'aspect, de texture, de saveur et d'arôme complètement modifiés. Cette étape dépend de la composition et de la structure du caillé, de la durée d'affinage, de la composition de la flore interne et de la surface ainsi que du contexte environnemental de la cave (contrôlée ou naturelle) : aération, humidité et température (**Herbert, 1999**).

I.3. 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)**, elle répartie les variétés de fromages en sept grandes familles :

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'arômes ou de sucre. Exemple : fromage blanc.

2. Fromages à pâte molle

Sont le produit d'un caillé mixte. Ils présentent 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.

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.

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.

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.

6. Fromages à pâte pressée 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.

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.

I.4. Valeur nutritionnelle du fromage

L'un des composants principaux du fromage est les lipides, ils présentent 20 à 30 % de l'extrait sec total et contribuent à la flaveur du fromage frais ou affinés (**Walther et al., 2008**).

Les fromages sont riches, aussi, en protéines contenant des acides aminés essentiels (**Scott et al., 1998**), ainsi 100g de fromage frais apportent 30% à 40% des besoins journaliers en protéines pour un adulte, alors qu'une quantité équivalente en fromage dur en apporte 40% à 50% (**Renner, 1993**).

Le fromage contient des quantités appréciables en minéraux, où le fer, le calcium et le phosphore sont les plus abondants. En effet, 100g de fromage dur peut approvisionner 50 % des besoins journaliers en phosphore d'un adulte (**Tsuchita et al., 2001**).

I. Les fromages traditionnels en Algérie

En Algérie, les fromages traditionnels sont peu connus, non entièrement recensés et aussi peu étudiés. Environ dix types de fromage seulement sont connus dans les différentes régions du pays, parmi ces fromages, on trouve : bouhezza, mechouma, klila et madeghissa dans la région des Aures, kemaria, takammart et aoules dans le sud, igounanes dans la région de la Kabylie (Aissaoui Zitoun et al.,2011).

1) Klila

C'est un fromage de l'Est Algérien. C'est un fromage blanc maigre à coagulation naturelle ou lactique fabriqué à partir de lait de vache ou de chèvre qui n'aura subi aucun traitement thermique préalable. Le lait est laissé s'acidifier par fermentation spontanée jusqu'à l'obtention d'un caillé dit « raib » qui sera baratté en vue de le transformer en l'ben. Une fois le barattage achevé; le beurre sera recueilli à part. Le l'ben quant à lui sera chauffé sur un feu doux pendant environ 15 mn pour favoriser la séparation du caillé et du lactosérum et accéléré le processus de l'égouttage, ce caillé sera ensuite égoutté dans une mousseline pendant 24h. La klila ainsi obtenue, peut être consommée à l'état frais ou après séchage (Bendimerad, 2012).

2) Bouhezza

C'est un fromage à pâte molle traditionnellement affiné produit dans les régions d'Est Algérien (Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna etc....). En effet, à l'origine, Bouhezza était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis; toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache. Le fromage est obtenu après transformation du l'ben dans une outre, la chekoua, faite de peau de chèvre préalablement traitée avec du sel et du genièvre. L'égouttage, le salage et l'affinage de bouhezza sont réalisés simultanément dans la chekoua pendant une durée allant de 24h à 3 mois. Au cours de la période d'affinage, du l'ben et du lait sont rajoutés au contenu de la chekoua. Au stade de la consommation, le fromage est pétri avec incorporation de la poudre de piment rouge ou de l'ail, ce qui lui donne une caractéristique particulière (Aissaoui Zitoun et al.,2006).

3) Jben

C'est un fromage frais, traditionnel dans le nord algérien, traditionnellement, fabriqué avec du lait cru de brebis, de chèvre ou de vache, acidifié spontanément à température ambiante pendant 24 à 72h, ou coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*), d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou du latex de figuier (*Ficus carica*). La variété végétale utilisée varie d'une région à une autre, elle donne un goût et une texture appréciés par les gens de la région concernée. Ensuite, le caillé est salé ou non, et égoutté pendant 2 à 3 jours pour obtenir la consistance désirée, après égouttage et salage des additifs (ail, persil, poivre, ect) peuvent être ajoutés (Nouani, 2009).

4) Kemaria

La kemaria ou takemarit (en Berbère) est un fromage produit dans la région du sud algérien notamment dans les wilayas de Ghardaïa et Naama. C'est un fromage traditionnel à base de lait cru de chèvre, de vache et de chamelle, avec l'ajout de sel (2g/l) suivi d'un chauffage modéré à 37°C. La coagulation se fait par des enzymes issues de caillette de chevreaux, ensuite le coagulum subit un égouttage dans des tissus pendant 30 min à 24h. La kemaria est utilisée à des fins festives et souvent servie avec du thé. (Nouani et al., 2009).

5) Takammart

Littérairement «Fromage» en langue tamahaq (Touareg), takammart est un fromage de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset), il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. Après coagulation on obtient un caillé qui va être retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte conçue pour égoutter le lait caillé, il est ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui lui transmet un arôme particulier. Les nattes sont, par la suite, exposées au soleil pour sécher durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (Bendimerad, 2012).

6) Aoules

Il est fabriqué à partir du lait de chèvre extrêmement aigre chauffé pour obtenir un caillé. Après une coagulation intense, le fromage obtenu a une pâte dure. L'égouttage se fait sur des pailles, ensuite il est reformé sous forme des boules aplaties et séchées au soleil, il

peut être consommé en mélange avec les dates. Il est consommé après broyage dans des breuvages ou mélangé avec des boulettes de dattes. Cité par (**Abdelaziz et aïtkaci, 1992**).

7) Méchouna

Méchouna est un fromage largement fabriqué à Tébessa, essentiellement dans la région rurale El Kouif. Traditionnellement, méchouna est préparé avec du lait de chèvre, mais actuellement le lait de vache est fréquemment utilisé. Le procédé commence par un traitement thermique du lait jusqu'à ébullition. Ensuite, du l'ben et du sel sont ajoutés; la quantité de l'ben est la moitié de celle du lait. L'ensemble est chauffé une deuxième fois jusqu'à la coagulation et la séparation du caillé et du lactosérum. Le caillé est séparé du lactosérum par filtration d'abord à travers un couscoussier puis dans un tissu (chèche ou mousseline) suspendu et laissé égoutter jusqu'à l'élimination totale du lactosérum. Généralement cette phase peut durer une nuit; pour s'assurer que l'égouttage est complet, puis le pressage est fait, le fromage est récupéré et préservé dans des récipients en verre ou en plastique au froid. La conservation de ce fromage ne doit pas dépasser 6 jours (**El-Baradei et al., 2008**).

II. Les microflores du fromage

La composition microbiologique du fromage dépend de celle du lait utilisé, du processus de fabrication et de l'âge du fromage (**Ercolini et al., 2009**). Généralement, elle est dominée par les bactéries lactiques en l'occurrence les *Lactococcus* et les *Enterococcus* qui influencent les caractéristiques sensorielles du produit fini (**Randazzo et al., 2009**).

II.1. La flore lactique

La flore lactique est utilisée en industrie laitière sous forme de ferment ou levain pour la fabrication de produits laitiers fermentés. L'intérêt technologique des bactéries lactiques réside dans la production de l'acide lactique par la fermentation du lactose. La production d'acide lactique, en faisant baisser le pH, provoque une déstabilisation progressive de la dispersion micellaire, ce qui rend le lait de moins en moins stable aux traitements thermiques et peut entraîner sa coagulation même à température ambiante. Lors de la fermentation, en plus de l'acide lactique, certaines bactéries lactiques produisent du gaz carbonique ainsi que divers composés qui contribuent à l'arôme des produits laitiers. Par leur production d'enzymes protéolytiques, les bactéries lactiques contribuent à l'affinage des fromages. L'ensemble de ces caractères précieux leur permet un développement plus rapide que les espèces considérées comme nuisibles (**Saied et boudabous, 1994**).

II.2. Flore d'altération

Elle cause des défauts sensoriels, de gout, d'arômes, d'apparence ou de texture. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, les coliformes principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus spp.*, et *Clostridium spp.* et certaines levures et moisissures (**Lamontagne et al., 2002**)

II.3. Flore pathogène

Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore de contamination. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et certaines moisissures (**Lamontagne et al., 2002**).

Partie
Enquête

I. Enquête sur les deux fromages artisanaux Algafs et Alatig

I.1. Localisation de la région d'échantillonnage

Bou Saâda, Bou Saada ou Boussaâda (en arabe : بوسعادة) est une commune de la wilaya de M'Sila, située à 69 km au sud-ouest du chef-lieu de la Wilaya à 241 km au sud-est d'Alger et à 274 km de Bejaia. Elle est aussi surnommée « cité du bonheur », ou encore « porte du désert » étant l'oasis la plus proche du littoral algérien.

La consommation du fromage est nettement importante dans cette région, cela est dû surtout à la disponibilité des matières premières grâce à l'élevage des animaux producteurs d'une part et à l'habitude alimentaire de la population d'une autre part.



Figure.01: Carte présentant la position géographique de la région de Boussaâda.

I.2.Méthode de fabrication des deux fromages artisanaux

I.2.1. Algafs

Après la collecte, le lait de vache est mis dans une citerne où il est filtré pour se débarrasser des impuretés, puis il subit une agitation et un traitement thermique dans un pasteurisateur pendant 40 min à une température de 65°C. Une fois le temps est écoulé, le contenu du pasteurisateur est versé dans un récipient en inox et laissé refroidir. Ensuite, le sel de table est ajouté à 10 g/l suivi d'emprésurage à 0,02g/l. La température de la préparation est maintenue à 40°C par chauffage modéré pendant 15 à 20 min, cela entraîne la formation du coagulum par voie enzymatique.

L'égouttage du coagulum est effectué dans des tissus (mousseline) dans le but d'éliminer le maximum de lactosérum. Le moulage du coagulum se fait à la main pour avoir une forme ovoïde, le couagulum moulé est déposé sur des tiges d'une plante locale appelé « El halfa » (*Stipa tenacissim*) auparavant formé sous forme d'une cage d'où l'appellation d'Algafs. Cette cage est préalablement recouverte d'un mélange de deux plantes aromatisantes locales : « Chih » (Armoise ou *Artemisia vulgaris*) et « Tgouft » (*Artemisia campestris*). La cage est ensuite refermée et serrée sur le coagulum.

I.2.2. Alatig

Le fromage Alatig provient de l'affinage du fromage Algafs, pendant 8 mois à 12 mois dans une armoire à une température de 14°C.



1/ Filtration



2/ Agitation et pasteurisation



3/ Coagulation



4/ Égouttage



5/ Moulage

Figure. 02 : Les étapes de fabrication du fromage Algafs et Alatig.

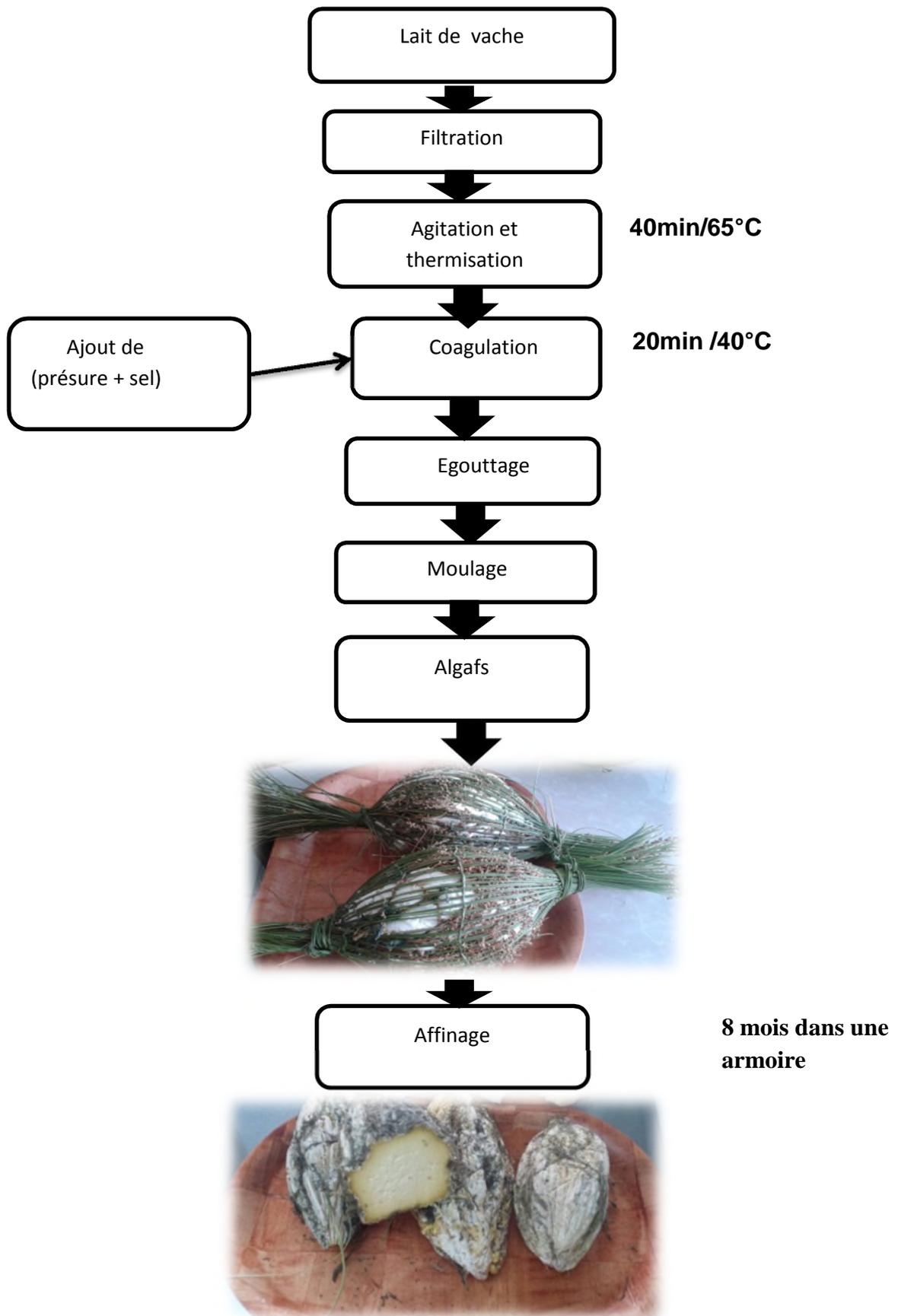


Figure. 03: Diagramme de fabrication des deux fromages artisanaux.

Partie

Pratique

Chapitre I

Matériel et Méthodes

I. Echantillonnage

Le 08 février 2016, deux fromages artisanaux (Algafs et Alatig) ont été collectés à partir d'une ferme appelée « laiterie et fromagerie de Kardada » (ألبان و أجبان كردادة) dans la campagne de Boussaâda. Deux échantillons d'environ 800g chacun pour les deux fromages ont été récupérés et transportés dans une glacière.

Les analyses physicochimiques et microbiologiques ont été réalisées au niveau de deux laboratoires privés : RAMDY et ANALAB. Ainsi, trois échantillons de 10g de chaque fromage ont été prélevés et pesés aseptiquement pour préparer une solution mère à 10% (w/v). Pour tout le travail, trois échantillons (trois répétitions) de chaque fromage ont été utilisés.

II. Analyses physico-chimiques

II.1. Détermination du pH

Le potentiel hydrogène (pH) est mesuré à l'aide d'un pH-mètre « HANNA, HI 99161 ».

L'électrode du pH-mètre, préalablement étalonné, et rincé avec de l'eau distillée, puis directement introduit dans l'échantillon du fromage. La valeur de pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil.

II.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 de l'acide lactique dans l'échantillon.

Le titrage de l'acide lactique se fait par une solution l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1N en présence de quelque goutte de phénophtaléine comme indicateur coloré.

10g de fromage sont finement râpés en utilisant une râpe, puis placés dans un récipient en verre. 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 erlenmeyer, 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 du 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 ($\text{CH}_3\text{CHOCOOH}$), (g/mole).

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

II.3. Détermination des sucres réducteurs

Le dosage des sucres réducteurs a été fait selon la méthode de BERTRAND.

10 g de fromage ont été pesés dans une fiole de 100 ml, 2 ml d'acétate de Zinc (2N) et 2 ml d'hexocyanate ferrate de potassium (0,15N) ont été ajoutés, le mélange est filtré, agité et jaugé à 100 ml avec l'eau distillée puis l'échantillon est laissé reposer pendant 10 à 15 min pour récupérer le surnageant. 70 ml de surnageant obtenu ont été mis dans un erlen de 250 ml et additionnés 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 a été 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 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. Vider la fiole à vide, la rincer soigneusement et replacer le filtre, puis 20 ml de solution ferrique (0,02N) sont versés dans l'erlenmeyer, 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 KMnO_4 (0,1N) jusqu'à obtention d'une coloration rose persistante. La chute de la burette (ml) a été référée à la table de Bertrand pour trouver la masse équivalente du glucose

La teneur en sucre réducteur est obtenue selon la formule suivante :

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

M_{eq} : La masse équivalente du glucose à la chute de burette (ml) selon la table de Bertrand.

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

P_e : Prise d'essai fromage (g).

II.4. Détermination de l'extrait sec total (l'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 peser le 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 peser, 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 : Poids de la capsule + le sable + la baguette en verre (g).

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

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

II.5. 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.

3g de fromage ont été pesés 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 $70^\circ C$ durant 3h. Ensuite, 1ml 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.

II.6. Rapport matière grasse/matière sèche (G/S)

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

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

G : Matière grasse.

S : Matière sèche.

R : Rapport %.

II.7. Détermination de la teneur en eau dans le fromage dégraissé

Ce paramètre informe sur la consistance de la pâte fromagère et il est utilisé pour la classification des fromages selon la norme FAO/OMS n° A-6-1978.

$$TEFD\% = \frac{(\text{Poids total du fromage} - \text{matière grasse du fromage})}{\text{Poids de l'eau du fromage}}$$

II.8. Détermination de la teneur en azote totale

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 desulfate 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

1g de fromage est pesé dans un tube en verre appelé matras, ensuite 5g de sulfate de potassium (K_2SO_4), 0,5 g de sulfate de cuivre ($CuSO_4$) et 15 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4 , 0,2N) ont été 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 (H_3BO_3) 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 :

$$\text{Azote totale en \%} = \frac{(C_b - 0,1) \times N \times 14}{P_e} \times \frac{100}{1000}$$

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).

✓ **Protéines totales :**

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

$$\text{Azote totale en \%} \times F$$

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

III. Analyses microbiologies

III. 1. Préparation de la solution mère et les dilutions décimales

10 g de fromage ont été pesés dans un sachet stérile, puis dissous et homogénéisés dans 90 ml de la solution Ringer à l'aide d'un Smasher. Cette suspension dite solution mère (SM) correspond à la dilution 10^{-1} (Lebres, 2002). A partir de cette solution, des dilutions décimales allant jusqu'à 10^{-8} ont été préparées (Guiraud, 2003) (Annexe 03).

III.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) est effectué sur gélose PCA (Plate Count Agar). 1ml de chaque dilution décimale allant de 10^{-4} à 10^{-8} est ensemencé en masse en utilisant la gélose PCA à raison de deux boîtes par dilution. L'incubation est réalisée pendant 72h à 30°C (Lebres, 2002) (Annexe 03). 1 ml de la solution Ringer est ensemencé dans les mêmes conditions précédente et considéré comme témoins négatif.

Les boîtes retenues pour le dénombrement doivent contenir au minimum 15 colonies et ne dépassent pas un maximum de 300 colonies. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante (J.O.R.A, 1998):

$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{(n_1 + 0,1n_2) \cdot d}$$

- N : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit.
- $\sum \text{colonies}$: somme des colonies des boîtes retenues.
- n_1 : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue.
- n_2 : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue.
- d : facteur de la première dilution retenue.

III.3. Dénombrement des coliformes totaux

L'énumération des coliformes a été réalisée par la méthode de NPP (le nombre le plus probable). Une série de trois tubes de bouillon BCPL, munis de cloches de Durham afin de piéger le gaz produit par les coliformes, est ensemencée en utilisant 1 ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-5} , les tubes ont été incubés à 37°C pendant 48h (Annexe 03). Un résultat positif se manifeste par la présence d'un trouble microbien et du gaz dans la cloche. Le dénombrement est obtenu selon la table de Mac Grady (Annexe 04).

✓ Recherche des coliformes fécaux

Les tubes de BCPL présentant un résultat positif sont repiqués dans des tubes d'eau péptonée exempte d'indole et incubés pendant 48h à 44°C. Après incubation, quelques gouttes du réactif de Kovacs ont été ajoutées. L'apparition d'un anneau rouge confirme la présence des coliformes fécaux (Annexe 03), le dénombrement est obtenu selon la table de Mac Grady (Annexe 04).

III.4. Dénombrement des streptocoques totaux

1 ml de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-4}) a été ensemencé en masse à raison de deux boîtes par dilution en utilisant la gélose BEA (Bile Esculine Azide), puis les boîtes ont été incubées à 37° C pendant 48 h. Un résultat positif se manifeste par la présence de colonies noires (Annexe 03).

✓ Recherche des streptocoques fécaux

La confirmation de la présence de Streptocoques fécaux a été réalisée par un repiquage, sur bouillon EVA-Litsky, de colonies caractéristiques prélevées sur le milieu BEA. L'incubation est réalisée à 37°C/24h (Benlahcen et al., 2013). Un résultat positif se manifeste par un trouble dans le milieu d'Eva-Litsky et formation d'une pastille violette (Annexe 03).

III.5. Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR)

Une série de 5 tubes contenant chacun 1 ml de la solution mère sont portés à 80°C pendant 10 min dans un bain marie, après refroidissement 15 ml de la gélose Viande Foie (VF), additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer, sont coulés dans chaque tube. Après solidification, quelques gouttes d'huile de paraffine sont déposées sur la gélose et les tubes

sont incubés à 46°C pendant 48h (Annexe 03). La lecture est faite chaque 4 heures, un résultat positif se manifeste par l'apparition de colonies noires (**Guiraud, 2003**).

III.6. Dénombrements de la flore lactique

III.6.1. Dénombrement des Lactobacilles

1 ml des dilutions 10^{-3} à 10^{-5} est prélevé et ensemencé en masse sur gélose MRS, ajusté à pH=5 avec HCl 0,1N, à raison de deux boites par dilution, puis incubé à 30°C pendant 24 h (Annexe 03) (**Guiraud, 2003**).

III.6.2. Dénombrement des streptocoques lactiques

1 ml des dilutions 10^{-3} à 10^{-5} est prélevé et ensemencé en masse sur gélose M17 à raison de deux boites par dilution, puis incubé à 30°C pendant 24 h (Annexe 03) (**Guiraud, 2003**).

III.7. Recherche et Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

0,1 ml de chaque dilution de 10^{-1} à 10^{-4} a été ensemencé en surface à l'aide d'un râteau étaleur sur le milieu Braid Parker, additionné de jaune d'œuf et de tellurite de potassium, à raison de deux boites par dilution. Les boîtes ont été incubées à 37° C pendant 48 h. Les Staphylocoques forment des colonies noires entourées d'une zone claire (**J.O.R.A n°42 du 15 juin 2005**).

III.8. Recherche de *Listeria monocytogenes*

La recherche de *Listeria monocytogenes* est réalisée en trois étapes :

- Pré-enrichissement : 25g de fromage ont été prélevés et mis dans un sachet stérile, puis 225 ml du bouillon Frazer au 1/2 ont été ajoutés et agités à l'aide d'un Smacher. Le sachet est incubé à 37°C pendant 48 heures.
- Enrichissement : 0,1ml du bouillon de la culture du pré-enrichissement est ensemencé dans un tube contenant 10 ml de bouillon Frazer, puis incubé pendant 48 heures à 37°C.
- Isolement : à l'aide d'une anse de platine, une goutte de la culture d'enrichissement est prélevée et ensemencée en stries sur deux géloses ALOA et Oxford. L'incubation a été faite à 37°C pendant 24h (Annexe 03) (**J.O.R.A n° 3 du 18 janvier 2006**).

La présence de *Listeria monocytogenes* se manifeste par l'apparition de colonies d'une couleur vert olive avec un halo noir sur la gélose Oxford, et des colonies bleues à bleu vert avec un halo opaque sur la gélose ALOA.

III.9. Recherche des salmonelles

Le protocole de la recherche est réalisé en 3 étapes :

- Pré-enrichissement : 25g de fromage ont été prélevés et mis dans un sachet stérile, puis 225 ml du bouillon l'EPT (Eau Peptone Tamponné), ont été ajoutés et agités à l'aide d'un Smacher. Le sachet est incubé à 37°C pendant 24 heures.
- Enrichissement : 0,1ml du milieu de pré-enrichissement estensemencé dans deux tubes, le premier contient 10 ml du bouillon RVS (Rappaport Vassiliadis Soja) et le deuxième contient 10ml de bouillon Muller-Kouffman. L'incubation est réalisée à 41,5°C/24h pour le premier tube et à 37°C/24 h pour le deuxième.
- Isolement : à l'aide d'une anse de platine, une goutte de la culture d'enrichissement sur bouillon RVS est prélevée etensemencée en stries sur deux géloses : Hektoen et XLD (Xylose-Lysine-Désoxycholate). La même manipulation est réalisée en utilisant la culture d'enrichissement sur bouillon Muller-Kouffman. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24h (Annexe 03).

Après incubation, un résultat positif se manifeste par l'apparition de colonies translucides avec un centre noir sur les deux milieux Hektoen, et XLD (**J.O.R.A n°42 du 15 juin 2005**).

III.10. Dénombrement des levures et moisissures

1 ml des dilutions 10^{-2} à 10^{-6} estensemencé en surface sur gélose OGA (Oxytétracycline Gélose Agar) à l'aide d'un râteau étaleur à raison de deux biotes pour dilution. L'incubation a été faite à 26°C pendant 72h (**Lebres, 2002**).

Chapitre II

Résultats et Discussion

Dans cette partie nous détaillerons les résultats microbiologiques et physico-chimiques obtenus durant le travail sur les deux fromages artisanaux Algafs et Alatig.

I. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des deux types de fromage Algafs et Alatig sont présentés dans le tableau I.

Tableau I: Résultats des analyses physico-chimiques des deux types de fromages.

Paramètre	Valeur	
	Algafs	Alatig
pH	4,91	5,44
Acidité titrable %	1,06	0,72
Sucre réducteurs%	0,29	0
Matière grasse %	19,84	25,33
Extrait sec total %	43,43	52,98
Rapport G/S%	40,32	45,25
TEFD%	70	60
Teneur en azote totale %	3,79	3,63
Teneur en protéine %	24,18	23,19

I.1. pH

Les résultats obtenus montrent que le pH des deux fromages analysés est acide, des valeurs de 4,91 et 5,44 ont été enregistrées pour Algafs et Alatig respectivement. Ces résultats montrent qu'Algafs est légèrement plus acide qu'Alatig (Figure.04).

Cette différence du pH dans Alatig pourrait être due à la dégradation des protéines par la flore microbienne du fromage après épuisement du lactose de ce produit au cours de l'affinage qui dure de 8 à 12 mois. En effet, la dégradation de ces composés aboutit à la production d'ammoniac par désamination des acides aminés qui provoque l'augmentation du pH grâce à son caractère basique. Cependant, la valeur du pH Algafs (pH=4,91) est proche de celle du fromage darfieh publiée par **Hajj Semaan et al. (2011)** qui est de 4,73. Par contre d'après le travail de **Aissaoui Zitoun et al. (2011)** les deux fromages Algafs et Alatig ont des valeurs de pH plus élevées que celles du fromage bouhezza (pH=4).

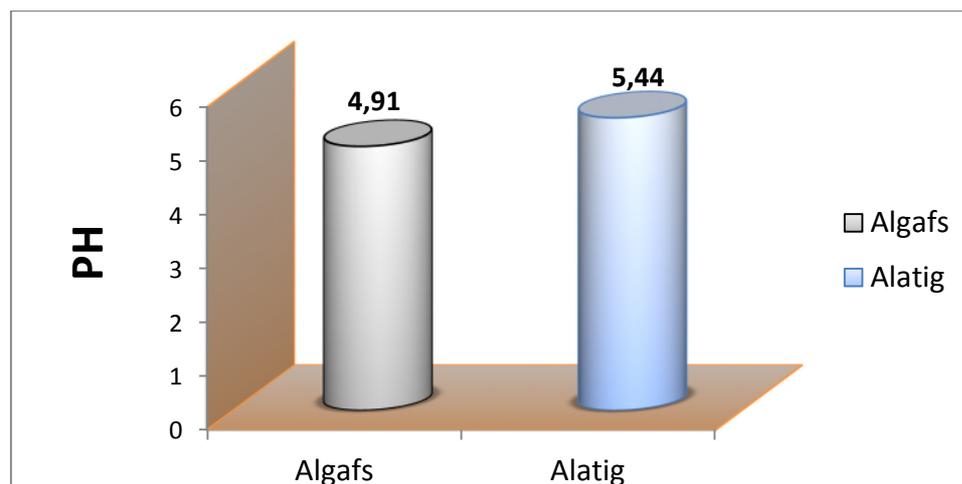


Figure.04 : Histogramme représentant les valeurs de pH.

I.2. Acidité titrable

D'après les résultats obtenus, la quantité d'acide lactique d'Algafs est plus élevée que celle d'Alatig avec des valeurs moyennes de 1,06% et 0,72% respectivement (Figure.05).

La teneur faible en acide lactique (acidité titrable) dans le fromage Alatig peut être attribuée à la dégradation, par certaines bactéries lactiques, de l'acide lactique en composés neutres responsables de la flaveur des fromages comme le butanediol et le diacetyl durant l'étape de l'affinage, ce phénomène aura lieu en cas de limitation en glucose (épuisement du lactose) (Mozzi et al., 2010) (Annexe07). Ces résultats concordent bien avec ceux du pH.

L'acidité titrable des fromages Algafs et Alatig est plus proche de celle du fromage Jben (Benkarroum et al., 2004), que celle du fromage bouhezza (Aissaoui Zitounet al., 2011) ayant des valeurs de 0,9% et 2% respectivement.

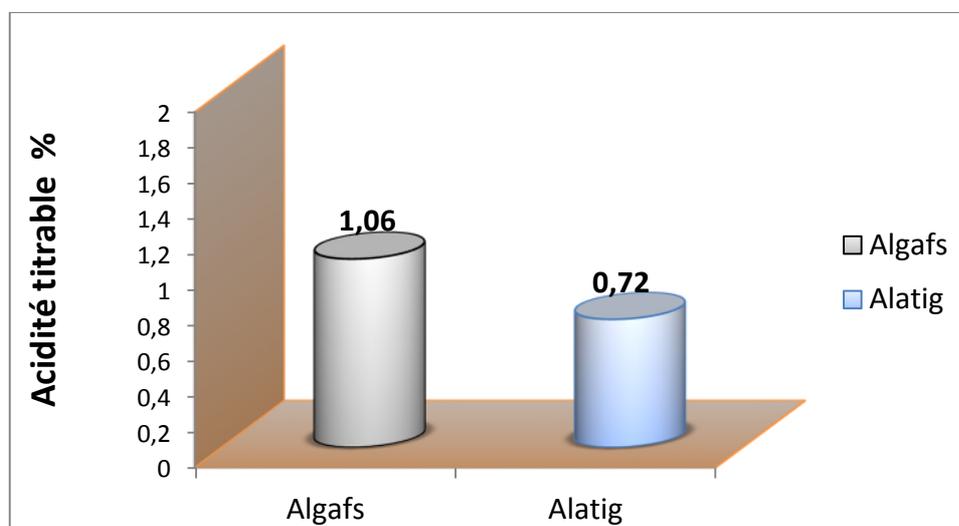


Figure.05: Histogramme présentant les valeurs de l'acidité titrable.

I.3. Les sucres réducteurs

Les résultats obtenus ont montré que la teneur en sucres réducteurs pour Algafs est de 0,29 %, toutefois aucun sucre réducteur n'est détecté dans le fromage Alatig (Figure.06).

L'absence de sucres réducteurs dans l'Alatig est attribuée à la dégradation de ces substances par la flore du fromage en particulier la flore lactique au cours de l'affinage.

Ces résultats sont en accord avec les résultats de l'acidité titrable du faite que la limitation en glucose (épuisement du lactose du fromage) provoque l'utilisation de l'acide lactique comme source de carbone pour certaines bactéries lactiques ce qui diminue l'acidité titrable et augmente le pH.

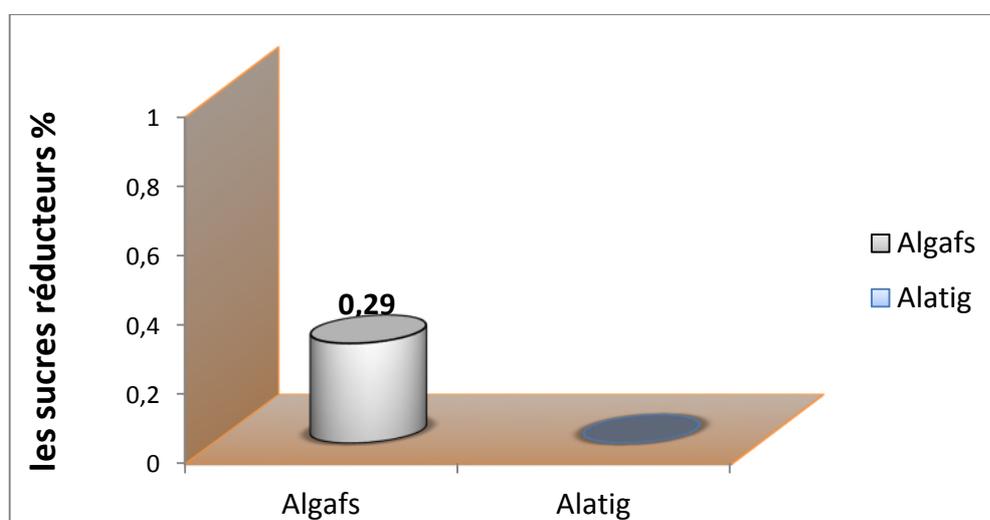


Figure.06: Histogramme présentant les valeurs des sucres réducteurs.

I.4. Matière grasse

D'après les résultats obtenus, la quantité de la MG est de l'ordre de 19,84% pour Algafs et 25,33% pour Alatig (Figure.07).

Les résultats obtenus montrent qu'il y'a une différence relativement élevée concernant la teneur en matière grasse pour les deux fromages analysés. En effet, la teneur en MG pour le fromage Alatig (25,33%) est plus élevée par rapport au fromage d'Algafs (19,84%). Deux facteurs peuvent être à l'origine de ces variations : La richesse en matière grasse du lait utilisé pour la fabrication du fromage, ou bien le mode de fabrication, dont l'égouttage qui a dû favoriser le passage de la matière grasse vers le lactosérum.

Les teneurs en MG du fromage Algafs et Alatig sont supérieures aux valeurs rapportées par Aissaoui Zitoun *et al.* (2011) pour le fromage bouhezza dont le pourcentage de la MG est de 10,75%.

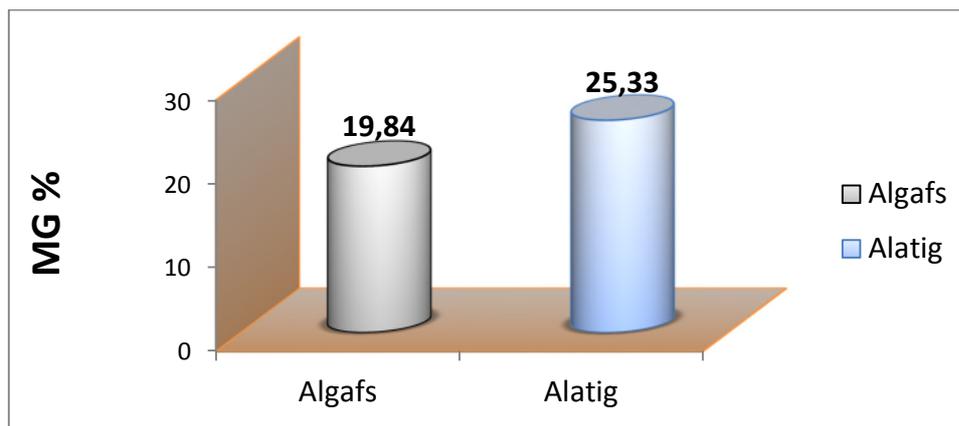


Figure. 07 : Histogramme présentant les valeurs de la matière grasse.

La matière grasse joue un rôle important pour la qualité organoleptique du fromage du fait qu'elle est la source des composés aromatiques liposolubles d'où sa contribution à la qualité sensorielle du fromage, elle joue aussi un rôle important dans la fermeté du fromage.

I.5. Extrait sec total

Les valeurs d'extrait sec total sont de 43,43% et 52,98% pour Algafs et Alatig respectivement (Figure.08). Cette différence de l'EST entre les deux fromages est attribuée à l'affinage d'Alatig, cette étape dure entre 8-12 mois à 14°C, ce qui donne à l'Alatig une croûte dure comparé au fromage Algafs.

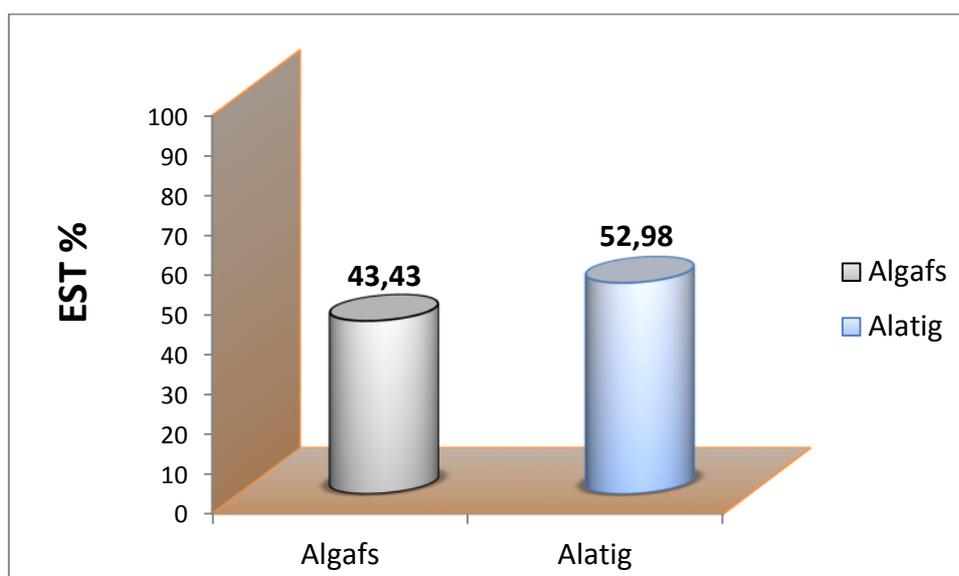


Figure.08: Histogramme présentant les valeurs de l'EST.

Les valeurs en EST d'Algafs et Alatig sont supérieures à celle du fromage bouhezza rapportée par **Aissaoui Zitoun et al. (2011)** dont la valeur de l'EST est de 35,86%.

L'extrait sec est le complément de la teneur en eau à 100%. Il 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**). En effet, la quantité d'eau évacuée permet la préservation de la qualité microbiologique du fromage par la diminution d'activité de l'eau, permettant de prévenir un développement de bactéries indésirables.

I.6. Rapport de matière grasse sur matière sèche (G/S)

Les résultats obtenus montrent que les valeurs du rapport G/S% d'Algafs et Alatig sont de 40,32% et 45,25% respectivement (Figure. 09).

La valeur de G/S% d'Alatig est plus élevée que celle d'Algafs, cela peut être dû à la composition du lait en matière grasse, qui lui donne un aspect plus tendre, contrairement au fromage Algafs qui est élastique. Toutefois, ce rapport de G/S% pour les deux fromages Algafs et Alatig est supérieur de celui de bouhezza ayant un G/S de 30% (**Aissaoui Zitoun et al., 2011**).

Le taux de la matière grasse dans l'extrait sec 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**).

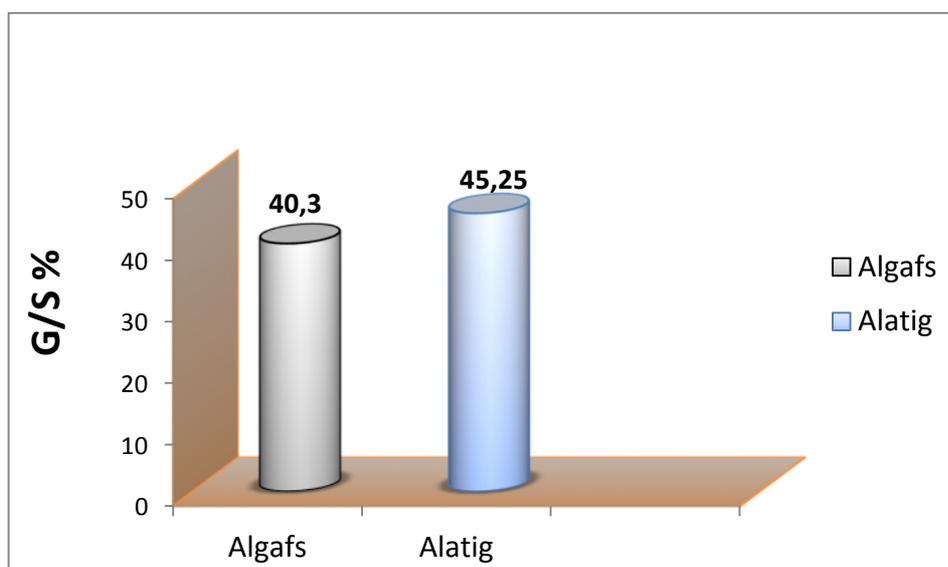


Figure.09: Histogramme représentant les valeurs du rapport G/S.

I.7. Teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD %)

Les résultats obtenus pour TEFD% des deux fromages analysés sont de 70% et 60% pour Algafs et Alatig respectivement (Figure.10).

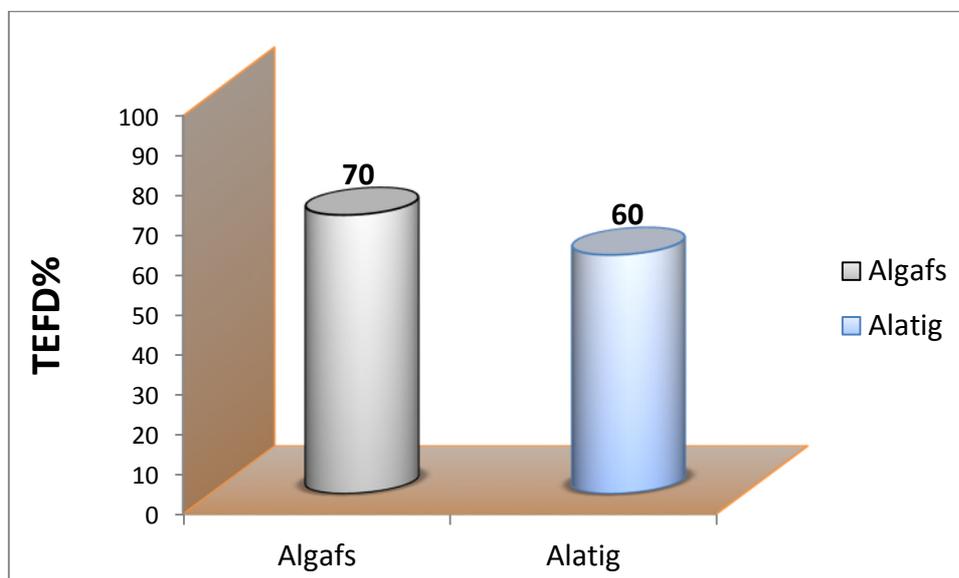


Figure.10: Histogramme présentant les valeurs de TEFD%.

La valeur TEFD% est un paramètre physico-chimique qui renseigne sur la consistance du fromage, il est inversement proportionnel avec la dureté du fromage. De ce fait, les résultats obtenus montrent que le fromage Alatig est plus au moins dure que le fromage Algafs.

La valeur en TEFD% du fromage Alatig est inférieure à celle de bouhezza qu'est de 72% (Aissaoui Zitoun et al., 2011), cela signifie que Alatig est plus dur. Par ailleurs, la valeur en TEFD% d'Algafs est proche de celle de bouhezza.

I.8. Teneur en azote totale et en protéines

Les taux d'azote obtenus pour Algafs et Alatig sont de 3,79% et 3,63% respectivement, ces valeurs correspondent à une teneur en protéines de 24,18% et de 23,19% respectivement (Figure.11). Ces résultats montrent que les deux fromages analysés ont une teneur en protéines très proche.

Par comparaison au fromage darfieh, les deux fromages Algafs et Alatig présentent des taux inférieurs en protéines. En effet, d'après Hajj Semaan et al. (2011), darfieh contient

33% de protéines. Par contre, ces deux fromages ont des teneurs en protéines proches de celle de l'Emmenthal (27,9% en protéines) (Renner, 1983).

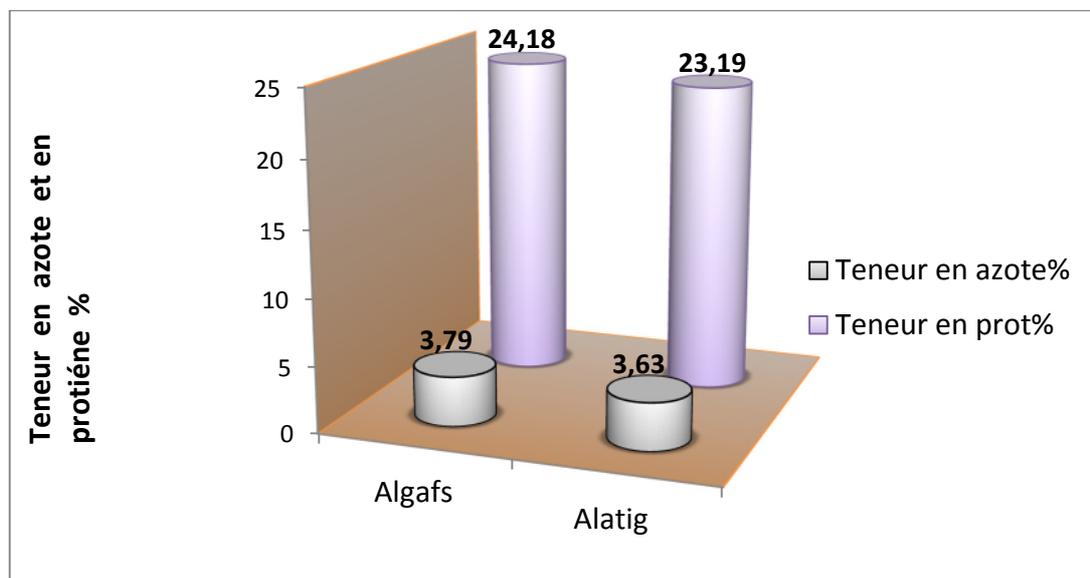


Figure. 11 : Histogramme présentant les valeurs de l'azote et de protéine totale.

On prenant compte des résultats obtenus par la mesure des différents paramètres physicochimiques, la classification des deux types de fromage analysés qui a été défini par les normes du codex alimentaire CODEX STAN A-6-1978, est obtenue après application des trois formules mentionnées dans le Tableau II.

Tableau II : Classification des fromages selon les normes du codex alimentaire.

Formule(1)		Formule(2)		Formule(3)
TEFD%	Le pèsent élément de la dénomination sera	G/S%	Le second élément de la dénomination	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra dure	>60	Extra gras	1-Affinage -Principalement en surface -Principalement dans la masse 2-Affiné aux moisissures a-principalement en surface b-principalement dans la masse 3-Frais
49-56	Pâte dure	45-60	Tout gras	
54-63	Pâte demi dure	25-45	Migras	
61-69	Pâte demi molle	10-25	Quart gras	
>67	Pâte molle	<10	Maigre	

D'après le tableau II:

- **Algafs** est classé comme étant un fromage à pâte molle, migras et frais.
- **Alatig** étant un fromage à pâte demi-molle, migras et affiné principalement en surface.

II. Analyses microbiologiques

À la sortie de la mamelle, le lait d'un animal sain, traité de façon aseptique, est très faiblement chargé en microorganismes, le nombre de germe est généralement inférieur à 500 UFC/ml. En effet, ces germes proviennent de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon.

Les résultats de la recherche et du dénombrement des principaux groupes microbiens sont présentés dans le Tableau III.

Tableau III : Résultats des analyses microbiologiques des deux fromages Algafs et Alatig.

Type de la flore	But d'analyse	Moyenne en UFC/g	
		Algafs	Alatig
FTAM	Dénombrement	9.10^8	$1,2.10^9$
Coliformes totaux	Dénombrement	$0,7.10^2$	$1,7.10^3$
Coliformes fécaux	Recherche et dénombrement	$0,5.10^2$	$1,2.10^3$
Streptocoques totaux	Dénombrement	$2,8.10^5$	$2,9.10^6$
Streptocoques fécaux	Recherche	Absence	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 46°C	Recherche et dénombrement	0,6 ^(*)	0,6 ^(*)
Streptocoques lactique (Lactcoques)	Recherche et dénombrement	$3,05.10^8$	$1,8.10^8$
Lactobacilles	Dénombrement	$3,3.10^8$	$3,5.10^8$
<i>Staphylococcus aureus</i>	Dénombrement	$2,3.10^3$	$1,5.10^4$
<i>L.monocytogenes</i>	Recherche	Absence	Absence
Salmonelles	Recherche	Absence	Absence
Levures	Dénombrement	$2,26.10^5$	$1,3.10^6$
Moisissure	Dénombrement	$1,8.10^5$	$4,43.10^6$

^(*)Correspondant à 6 UFC/10g de fromage.

II.1.La flore totale aérobie mésophile (FTAM)

L'analyse microbiologique des deux fromages artisanaux a montré qu'ils ont une FTAM de 9.10^8 UFC/g pour Algafs et $1,2.10^9$ UFC/g pour Alatig, avec une légère différence en charge microbienne de 0,3 Log (UFC/g) (Figure.12).

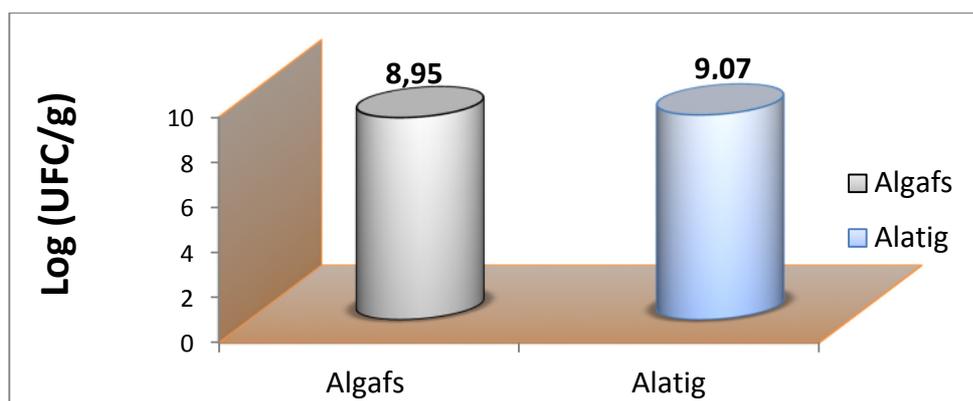


Figure. 12: Les résultats d'analyse microbiologique des FTAM.

Les fromages Algafs et Alatig ont une charge élevée par rapport au fromage montasio (Italie) ayant une FTAM de $5,3 \cdot 10^5$ UFC/g (Marino *et al.* 2003) et celle de jben (Maroc) contenant une charge $1,14 \cdot 10^7$ UFC/g (Mohammed *et al.*, 2011).

Cependant la charge bactérienne des deux fromages analysés est proche de celle du fromage bouhezza qui présente une charge de $1,2 \cdot 10^8$ UFC/g d'après le travail d'Aissaoui zitoun *et al.* (2011).

Concernant les normes algériennes, malheureusement aucune donnée sur la FTAM n'a été trouvée dans le **J.O.R.A.**

Le nombre élevé en FTAM des deux fromages artisanaux Algériens peut être expliqué par l'utilisation des plantes au cours de la fabrication de ces fromages, ces plantes sont utilisées soit pour leurs composants aromatiques (Tgouf et Chih) afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques du fromage, soit comme garniture et/ou emballage (Halfa). Ces plantes peuvent apporter une charge microbienne supplémentaire à la charge initiale de ces deux fromages.

II.2. Les Coliformes totaux et fécaux

II.2.1. Coliforme totaux

Pour les coliformes, les résultats obtenus ont montré une charge bactérienne en coliformes totaux de $0,7 \cdot 10^2$ UFC/g et de $1,7 \cdot 10^3$ UFC/g pour Algafs et Alatig respectivement (Figure.13).

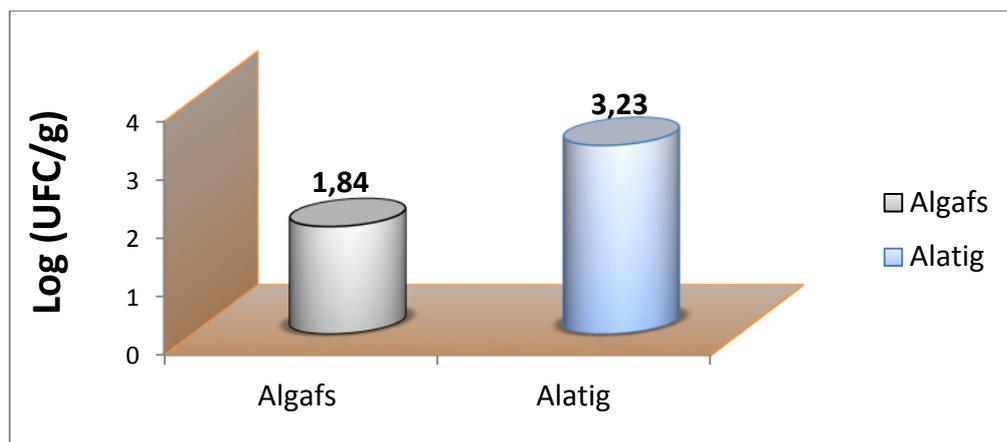


Figure.13: Les résultats d'analyse microbiologique des Coliformes totaux.

Ces résultats montrent qu'Alatig est plus chargé en coliformes qu'Algafs avec une différence de 1,39 Log (UFC/g).

Cette différence en coliformes peut être attribuée à l'étape de l'affinage du fromage Alatig contrairement au fromage Algafs qui n'est pas affiné. En effet, au cours de l'affinage, il se peut qu'il y ait eu une prolifération microbienne favorisée par une baisse d'acidité de la pâte fromagère d'Alatig créant un environnement favorable pour la croissance microbienne, cette diminution d'acidité est confirmée par l'analyse physicochimique montrant qu'Alatig est moins acide qu'Algafs. **Rosse et al., (2003)**, affirment que la quantité d'acides organiques généralement l'acide lactique, limitent fortement le potentiel de croissance des coliformes.

Selon les normes J.O.R.A (1998) (tableau IV), la valeur des coliformes totaux des deux fromages Algafs et Alatig est située entre la limite de satisfaction (10^2 UFC/g) et la limite d'acceptabilité (3.10^3 UFC/g), de ce fait, les deux fromages sont d'une qualité acceptable.

Tableau IV : Normes microbiologiques du fromage à pâte molle (**J.O.R.A, 1998**).

Fromages à pâte molle	< m qualité satisfaisante UFC/g	< M limite d'acceptabilité UFC/g	> S corrompu UFC/g
Coliformes totaux	10^2	3.10^3	10^5
Coliformes fécaux	10	3.10^2	10^4
<i>Staphylococcus aureus</i>	10^2	3.10^3	10^5
<i>Clostridium</i> sulfito- réducteurs à 46°C	1	30	10^3
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence	Absence
<i>Listeria monocytogenes</i>	Absence	Absence	Absence

Par comparaison aux fromages artisanaux, Algafs et Alatig présentent un nombre totale de coliforme inférieur de celui de jben ayant une charge de 3.10^4 UFC/g (Mennane Z et al., 2007) et celui de bouhezza présentant une charge de 10^6 UFC/g (Aissaoui zitoun et al., 2006).

II.2.2. Coliforme fécaux

La confirmation de la présence des coliformes fécaux est réalisée sur le milieu Eau Peptoné Exempte d'Indole, la présence d'un anneau rouge suite à l'ajout de réactif Kovacs indique la présence de ces germes.

Les résultats obtenus montrent que le nombre des coliformes fécaux est de $0,5.10^2$ UFC/g pour Algafs et de $1,2.10^3$ UFC/g pour Alatig, avec une différence de 1,38 Log(UFC/g). (Figure.14). Ces résultats sont proches de ceux obtenus pour jben (10^3 UFC/g) rapportés par Mennane et al. (2007) et supérieurs à ceux du montasio (10 UFC/g), publiés par (Marino et al., 2003).

Cette charge élevée en coliformes fécaux dans le fromage Alatig peut être due à une multiplication de ces germes initialement présents dans le lait cru utilisé dans la fabrication du fromage ou d'une contamination supplémentaire du fromage survenue durant l'affinage.

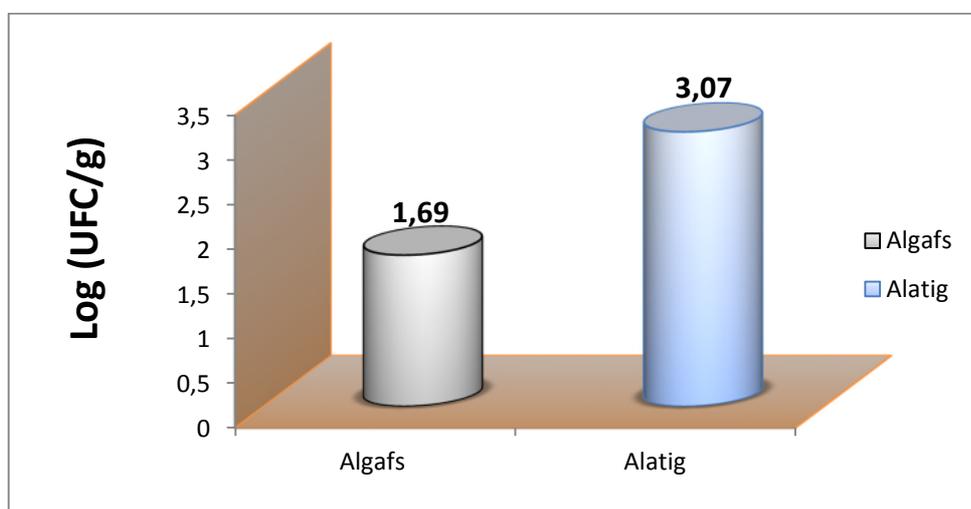


Figure. 14: Les résultats d'analyse microbiologique des Coliformes fécaux.

Selon le tableau IV, la charge en coliformes fécaux d'Algafs est située entre m (10 UFC/g) et M (3.10^2 UFC/g), ce qui signifie qu'il est d'une qualité acceptable. Par contre la charge trouvée dans Alatig est supérieure à la limite d'acceptabilité M (3.10^2 UFC/g) et inférieure à la limite de toxicité S (10^4 UFC/g), de ce fait, ce fromage est d'une qualité inacceptable sans pour autant être toxique.

II.3. Les streptocoques totaux et fécaux

Les résultats obtenus montrent que la charge en streptocoques totaux pour les deux fromages Algafs et Alatig est respectivement de $2,8 \cdot 10^5$ UFC/g et de $2,9 \cdot 10^6$ UFC/g (Figure.15).

D'après ces résultats, la charge en streptocoques dans Alatig est plus élevée que celle dans Algafs avec une différence de 1,02 Log (UFC/g).

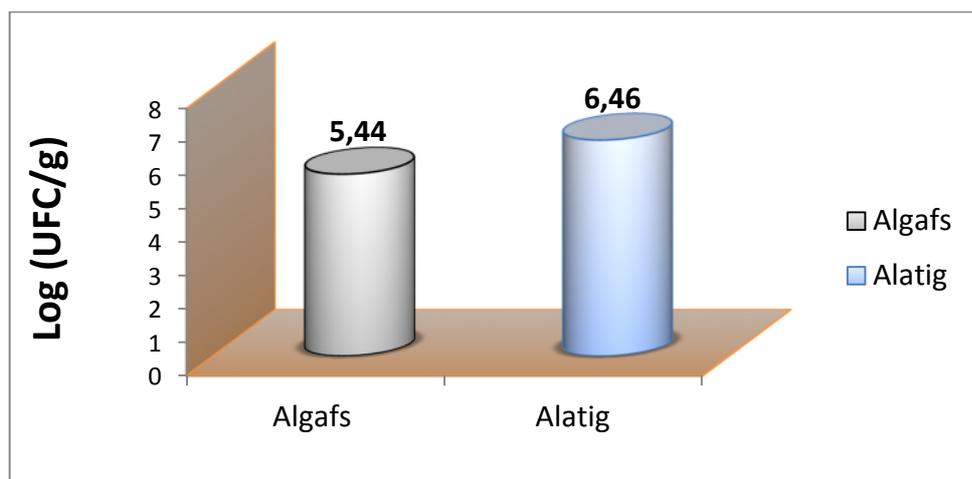


Figure.15: Les résultats d'analyse microbiologique des streptocoques totaux.

Le nombre des streptocoques totaux dans Algafs et Alatig est plus élevé que celui trouvé dans le montasio (10 UFC/g) rapporté par **Marino et al. (2003)**.

Toutefois, la recherche des Streptocoques fécaux a montré une absence totale de ces germes dans les deux fromages Algafs et Alatig.

II.4. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR)

L'analyse microbiologique des deux fromages, Algafs et Alatig, a montré la présence des *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les deux fromages artisanaux. Cependant, le nombre de ces germes est estimé à une valeur de 0,6 UFC/g (6 UFC/10g de fromage). Ces résultats sont conformes aux normes de satisfaction exigées par **J.O.R.A (1998)** qui sont inférieures à m (1 UFC/g).

II.5. La flore lactique

II.5.1. Streptocoques lactiques (Lactocoques)

La charge microbienne, en streptocoques lactiques, obtenue pour les deux fromages analysés est de l'ordre de $3,05 \cdot 10^8$ UFC/g pour Algafs et de $1,8 \cdot 10^8$ UFC/g pour Alatig avec une légère différence de 0,3 Log (UFC/g) (Figure.16).

Dans Algafs et Alatig, la charge bactérienne en Streptocoques lactiques est plus élevée que celle du fromage bouhezza ($4,36 \cdot 10^7$ UFC/g), rapportée par **Aissaoui Zitoun et al. (2011)** et celle du fromage montasio ($9,1 \cdot 10^6$ UFC/g) d'après **Marino et al. (2003)**.

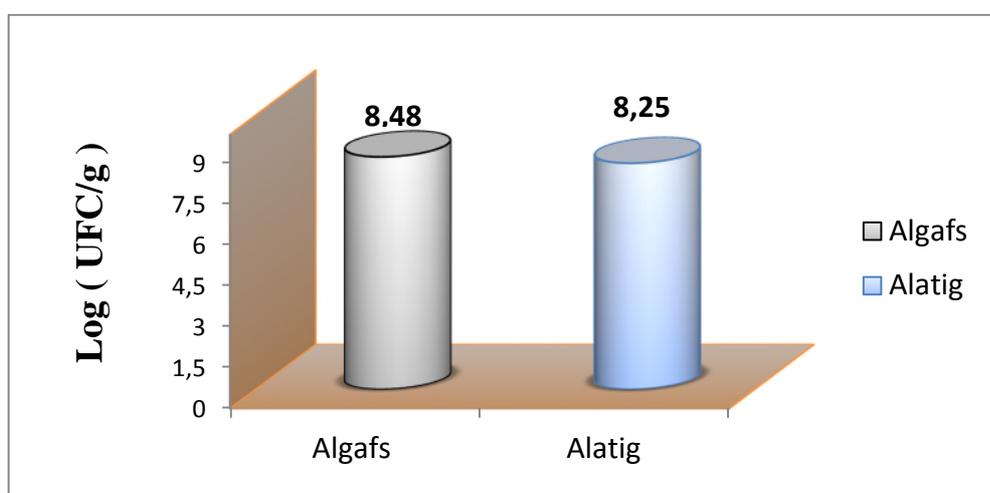


Figure. 16 : Les résultats d'analyse microbiologique des Streptocoques lactique.

II.5.2. Les lactobacilles

L'énumération des Lactobacilles dans les deux fromages artisanaux montre qu'ils ont des valeurs de $3,3 \cdot 10^8$ UFC/g pour Algafs et de $3,5 \cdot 10^8$ UFC/g pour Alatig, avec une différence de 0,23 Log (UFC/g) (Figure.17).

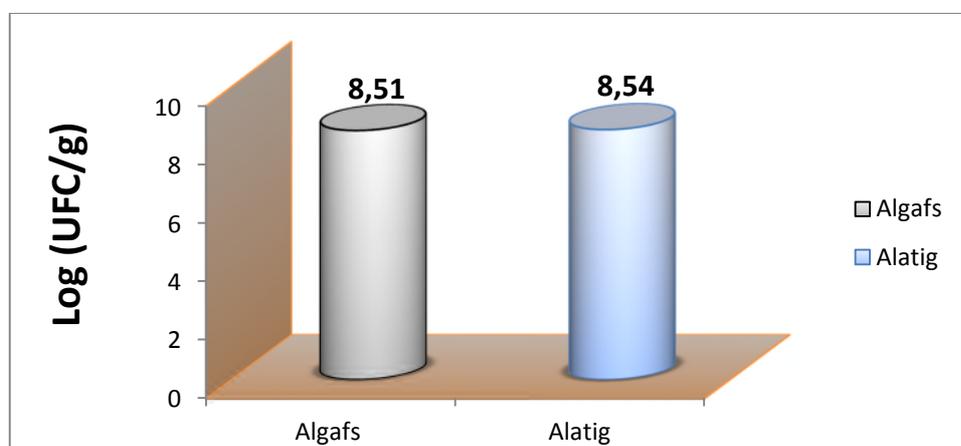


Figure. 17: Les résultats d'analyse microbiologique des Lactobacilles.

D'après le travail de **Menanne et al. (2007)** effectué sur le jben (Maroc), ce fromage contient une charge microbienne de 3.10^3 UFC/g, cette valeur est faible comparée à celle obtenue dans les deux fromages Algafs et Alatih. De plus, le nombre des lactobacilles dans ces deux fromages est supérieur à celui trouvé dans le fromage bouhezza ($3,6.10^7$ UFC/g) (**Aissaoui Zitoun et al., 2011**) et dans le fromage montasio ($9,1.10^7$ UFC/g) (**Marino et al., 2003**).

La prédominance des bactéries lactiques dans les deux fromages analysés, est un facteur rassurant sur leur qualité microbiologique, car leur présence dans le fromage est très importante, non seulement pour le développement de la saveur et de la texture, mais aussi pour la production de substances antimicrobiennes dont les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène et les bactériocines, qui empêchent la prolifération des bactéries pathogènes (**Mennane et al., 2007**).

. II.6. Les *Staphylococcus aureus*

Après 48h d'incubation à 37°C, des colonies noires entourées d'une zone claire sont obtenues sur le milieu Baird Parker, l'observation de ce type de colonies sur ce milieu est due à la réduction du tellurite de potassium en tellure noir, alors que l'éclaircissement autour des colonies est due à la protéolyse des protéines du jaune d'œuf, ces caractères sont spécifiques au *Staphylococcus aureus*. Pour confirmer leur présence, le test de coagulase est exigé. Toutefois, vu que le plasma du lapin n'est pas disponible, leur présence dans les deux fromages n'est que présomptive. De ce fait, notre jugement ne s'appuie que sur l'aspect caractéristique des colonies de ces germes.

Les résultats obtenus ont montré que le nombre de *Staphylococcus aureus* pour les deux fromages analysés est de $2,3.10^3$ UFC/g pour Algafs et de $1,5.10^4$ UFC/g pour Alatih avec une différence de 0,81 Log (UFC/g) (Figure.18).

La contamination des deux fromages Algafs et Alatih par des *Staphylococcus aureus*, serait le résultat, soit d'une contamination antérieure à la pasteurisation (mammite de la vache laitière par exemple) ce qui remet en cause l'efficacité du traitement thermique utilisé (65°C/40min), soit d'une contamination ultérieure liée aux mauvaises conditions d'hygiène et le non-respect des bonnes pratiques après pasteurisation et/ou durant le circuit de production (**Dumoulin et Peretz, 1993**).

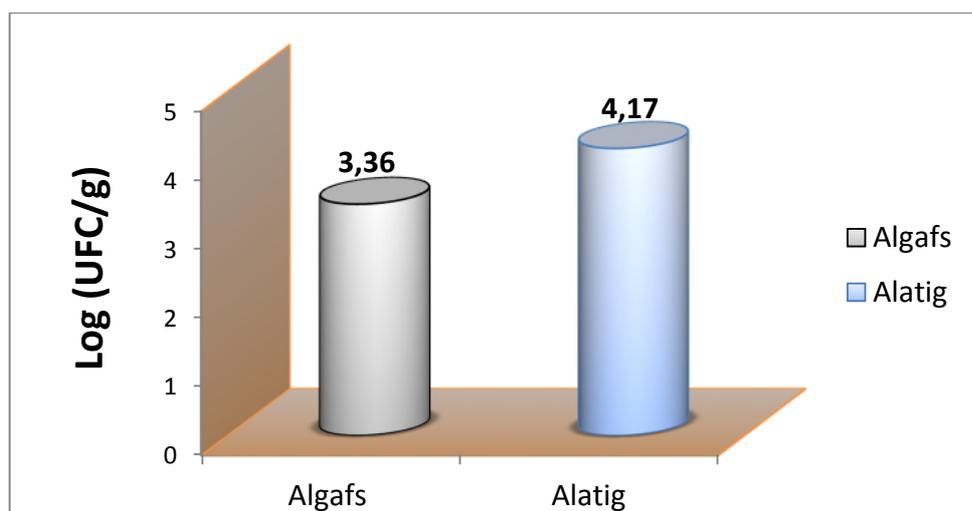


Figure. 18 : Les résultats d'analyse microbiologique des *Staphylococcus aureus*.

Selon **J.O.R.A (1998)**, le nombre de *Staphylococcus aureus* dans le fromage Algafs dépasse la norme de satisfaction qui de 10^2 UFC/g mais reste inférieur à la norme d'acceptabilité qui est de 3.10^3 UFC/g, ce qui signifie que ce fromage est d'une qualité microbiologique insatisfaisante mais acceptable. Par contre Alatig est d'une qualité microbiologique inacceptable mais sans pour autant être au-delà du seuil de toxicité.

II.7. Les Salmonelles et les *Listeria monocytogenes*

Les résultats de l'analyse microbiologique des deux fromages ont montré l'absence totale de Salmonelles et de *Listeria monocytogenes* dans les deux fromages analysés, ce qui est conforme aux normes algériennes (**J.O.R.A, 1998**).

II.8. Les levures et les moisissures

✓ Les levures

Le dénombrement de la flore fongique présente dans les deux fromages analysés a montré une charge de $2,26.10^5$ UFC/g pour Algafs, et de $1,3.10^6$ UFC/g pour Alatig, avec une différence de 0,76 Log (UFC/g) (Figure.19).

Ces résultats montrent que les fromages Alatig et Algafs contiennent une charge fongique plus élevée que celle du fromage montasio ayant une charge $4.4.10^4$ UFC/g (**Marino et al., 2003**), et celle du jben contenant une charge 3.10^4 UFC/g (**Mennane et al., 2007**).

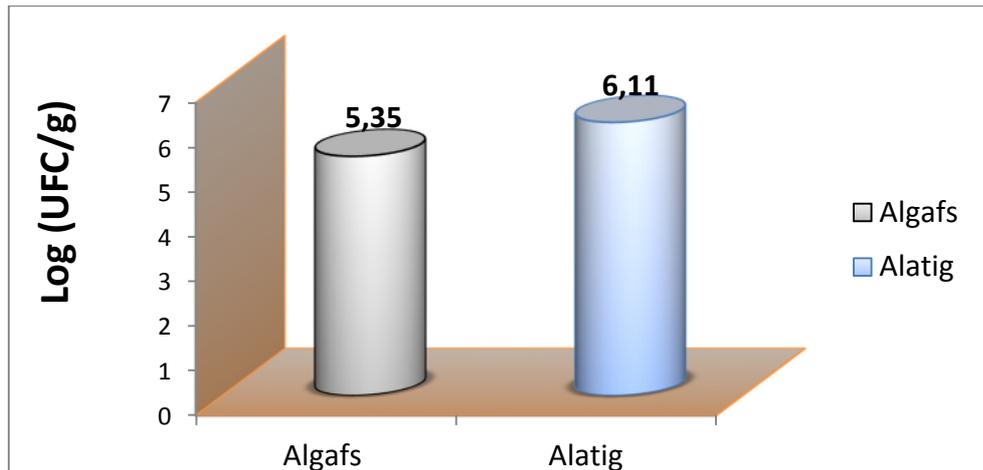


Figure.19: Résultats d'analyse microbiologique des levures.

Les levures sont retrouvées en quantité plus importante à la surface des fromages (à pâte molle notamment) qu'à l'intérieur. Elles interviennent dans la désacidification de la pâte en début d'affinage, permettant ainsi l'implantation ultérieure d'une flore acido-sensible comme les bactéries coryneformes, et interviennent également dans le développement du goût (Hermier *et al.*, 1992).

✓ Les moisissures

Les résultats d'analyse microbiologique effectuée sur les deux fromages révèlent une charge en moisissures de $1,8 \cdot 10^5$ UFC/g et de $4,43 \cdot 10^6$ UFC/g pour Algafs et Alatig respectivement, avec une différence de 1,39 Log (UFC/g) (Figure.20). Les moisissures sont responsables du feutrage blanc assez remarquable sur la croûte du fromage Alatig.

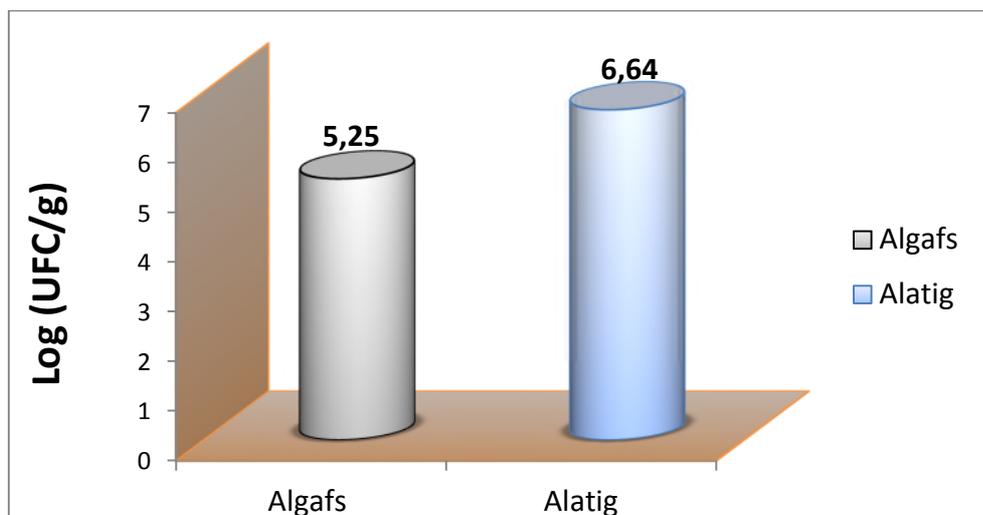


Figure.20: Les résultats d'analyse microbiologique des moisissures.

Les moisissures ont un rôle très actif dans l'affinage de certains fromages comme les fromages à pâtes molles (**Fredot, 2009**). La charge élevée en moisissures, dans les deux fromages, est probablement due à leur tolérance au pH acide et/ou une faible activité de l'eau. La présence de ces microorganismes, dans les deux fromages, peut être attribuée à un manque de conditions d'hygiène rigoureuse au cours de la production ou de l'affinage (**Mennane et al., 2007**).

Les résultats obtenus montrent qu'Algafs et Alatig sont plus chargés en moisissures que le fromage montasio ayant une charge de $5,4 \cdot 10^3$ UFC/g (**Marino et al., 2003**).

Conclusion

Conclusion

Le but de cette étude est d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques de deux fromages artisanaux Algériens : Algafs et Alatig.

Les résultats des analyses physicochimiques réalisées sur les deux fromages ont montré qu'Algafs présente un extrait sec total de 43,43% dont 24,18% sont des protéines et 19,84% sont de la matière grasse. Pour Alatig, il présente un extrait sec total de 52,98% avec 23,19% de protéines et 25,33% de matière grasse. Ces résultats ont permis de classer le fromage Algafs, selon la norme FAO/OMS, comme étant un fromage frais à pâte molle et migras, alors que Alatig est un fromage à pâte semi-molle, migras et affiné principalement en surface.

En se référant aux normes (**J.O.R.A, 1998**), les résultats d'analyse microbiologique ont montré que les deux fromages ont une qualité microbiologique globalement acceptable avec une flore lactique dominante au voisinage de 10^8 UFC/g. Néanmoins, le fromage Alatig présente une charge présomptive en *Staphylococcus aureus* de $1,5.10^4$ UFC/g, cela dépasse le seuil d'acceptabilité sans pour autant atteindre la limite de toxicité. De plus, ce fromage a une charge en moisissure de l'ordre de 10^6 UFC/g qui lui procure une couche blanche en surface. Cependant, ces moisissures ne sont pas identifiées.

Par ailleurs, d'après les résultats obtenus, les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des deux fromages sont différentes, cette différence est probablement due à la qualité du lait utilisé et à la période d'affinage (8 mois) du fromage Alatig.

Toutefois, afin de garantir la qualité microbiologique exigée par les normes algérienne et internationale, les recommandations suivantes sont requises :

- Revoir les paramètres de pasteurisation du lait.
- Revoir le lavage des plantes utilisées pour la fabrication du fromage.
- Améliorer les conditions d'hygiène au cours de la fabrication des deux fromages.

*Références
bibliographiques*

A

Aissaoui Zitoun O. et Zidoune MN. (2006). Le fromage traditionnel algérien bouhezza. Séminaire d'Animation Régional Technologies douces et procédés de séparation. AUF-GP3A-INSAT, Tunis, Tunisie, Actes des sommaires, pp.118-124.

Aissaoui Zitoun O., Benatallah L, El Hannachi G et et Zidoune MN. (2011). Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened bouhezza cheese. Journal of Food Agriculture and Environment. **2**, 96-100.

Amellal R. (1995). La filière lait en Algérie: Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Edition : Lavoisier, Montpellier, France, pp. 229-238.

AOAC. (1995). Official methods of analysis of AOAC International 15th Edition. 923.03, 925.23, 926.08, 947.05 & 966.23. Washington D.C.

B

Benlahcen K, Mouloudi F et Kihal M. (2013). Study of the microbiological and physicochemical quality of raw milk from cows exposed to environmental pollutants in the region of west Algeria. International Journal of Environmental Engineering Science and Technology Research. **9**, 229-240.

Bendimerad N. (2012). Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben. ». Thèse doctorat en Microbiologie, spécialité : Microbiologie alimentaire, Université Aboubekr Belkaid faculté SNV, Tlemcen, Algérie, p78.

Belhadia M, Yakhlef H, Bourbouze A et Djermoun A. (2014). Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel. Stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. New Medit, (13), **1**, 41- 49.

Benkerroum N et Tamime AY. (2004). Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (l'ben, jben, smen) to small industrial scale. Food Microbiol. **21**, 399–314.

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**, 54-89.

D

Dumoulin E et Peretz G. (1993). Qualité bactériologique du lait cru de chèvre en France. *Lait*, **73**, 475-483.

E

El-Baradei G, Delacroix-Buchet A et Ogier JC. (2008). Bacterial biodiversity of traditional Zabady fermented milk. *Food Microbiol.* **121**, 295–301.

Ercolini D, Russo F, Nasi A, Ferranti P et Villani F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and Environmental Microbiology*. **26**, 228–231.

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

Eekhof-Stork N. (1978). Les fromages. Guide mondial. Edition : Oyez, Bruxelles, Belgique, 239p.

F

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

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

G

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

Guiraud JP. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition : Dunod, Paris, France, p652.

H

Herbert S. (1999). Caractérisation de la structure moléculaire et microscopique de fromage à pâte molle, analyse multi variée des données structurales en relation avec la texture. Thèse : Ecole Doctorale Chimie Biologie de l'Université de Nantes, France, 188p.

Hermier J, Lenoir J et Weber F. (1992). Les groupes microbiens d'intérêt laitier. Edition : CEPIL, Paris, France, 568p.

Hajj Semaan E, Dib H, Abi Ramia R et Chedid M. (2011). Caractérisation chimique et qualité bactériologique de produits laitiers caprins traditionnels libanais, *Lebanese Science Journal*, (12), **1**, 21-29.

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

J

J.O.R.A n°42. (2005). Arrêté du 23 Janvier 2005. Rendant obligatoire une méthode de recherche et dénombrement des *Staphylocoques* dans les produits laitiers.

J.O.R.A n°3. (2006). Arrêté du 18 janvier 2006. Rendant obligatoire une méthode de recherche des *Listeria monocytogenes* dans le lait et les produits laitiers.

J.O.R.A n°35. (1998). Critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires, 7-25.

K

Kacimi S. (2013). La Dépendance Alimentaire en Algérie: Importation de Lait en Poudre versus Production Locale, Quelle Evolution? *Mediterranean Journal of Social Sciences*. **11**, 152-158.

L

Lamontagne M, Champagne PC, Reitz-Ausseau J, Moineau S, Gardner N, Lamoureux M, Jean J et Fliss I. (2002). Chapitre 2 : Microbiologie du lait In *Science et technologie du lait*. Edition : VIGNOLA, école polytechnique, Montréal, Canada, 574p.

Lynch JM. et Barbano DM. (1999). Kjeldahl nitrogen analysis as a reference method for protein determination in dairy products. *Journal Of AOAC International*. **6**, 1389-1400.

Lebres EA. (2002). Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « Microbiologie des laits et produits laitiers », Institut Pasteur d'Algérie, pp704-706.

Latham MC. (2001). La nutrition : dans les pays en développement, Edition : FAO.520p.

M

Marilena M, Michela M et Gabriella R. (2003). Microbiological characterization of artisanal Montasio cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. FEMS Microbiology Letters. **229**, 133-140.

Mennane Z, Khedid K, Zinedine A, Lagzouli M, Ouhssine M et Elyachioui M. (2007). Microbial characteristics of Klila and Jben traditional Moroccan cheese from raw cow's milk. World Journal of Dairy & Food Sciences. **2**, 23–27.

Mozzi F, Raya RR, Graciela et Vignolo G. (2010). Biotechnology of Lactic Acid Bacteria Novel Applications, Edition: Blackwell Publishing, p5

Mohammed R, Hicham L, Abdelhak D, Mahjoub A, Youness C, Abdelhak D, Zakaria M. et Mohammed O. (2011). Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. Afrique SCIENCE. **3**, 108 – 112.

N

Nouani, A, Dako E, Morsli A, Belhamiche N, Belbraouet S, Bellal MM et Dadie A. (2009). Characterization of the purified coaguland extracts derived from artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. International Journal of Food Technology. **7**, 20-25.

P

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

R

Renner E. (1993). Nutritional aspect of cheese in cheese chemistry physics and microbiology 2nd edition (P.F.FOX), London, England, pp557-580.

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

Ross T, Ratkowsky DA, Mellefont LA et McMeekin TA. (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.

S

Scott R, Robinson RK et Wilbey RA. (1998). Cheese making practice 3rd édition : Springer. Science and Business Media, New York, USA, 449p.

Saied R et Boudabous A. (1994). Bactérie des genres *Lactobacillus* et *Streptococcus* isolées des produits laitiers locaux. In Revue : Microbiologie Hygiène Alimentaire. **15**, 3 – 21.

T

Tsuchita H, Suzuk T et Kuwata. (2001). The effect of casein phosphopeptides on calcium absorption from calcium-fortified milk in growing rats. British. Journal of Nutrition. **85**, 5-10.

V

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

W

Walther B, Schmid A, Sieber R et Whrmullerk. (2008). Cheese in nutrition and health. Review Dairy Sc. Technology. **88**, 39-405.

Z

Zoubeidi M et Gharabi D. (2013). Impact du PNDA sur la performance économique des filières stratégiques en Algérie : cas de la filière lait dans la wilaya de Tiaret. Revue Ecologie-Environnement. **9**, 3p.

Annexes

Annexe 01: Composition des solutions de titrage.

➤ **La liqueur de Fehling A**

• **Composition du milieu**

- Eau distillé.....1000 ml
- CuSO_440 g
- H_2SO_42 ml

• **Préparation**

- Dissoudre 40g de CuSO_4 (sulfate de cuivre) dans l'eau distillé sous l'agitation
- Ajouter 2ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) (d=1,83).
- Après la dissolution complète jauger a 1000ml

➤ **La liqueur de Fehling B**

- Eau distillé.....1000 ml
- Tartrate de sodium et de potassium200 g
- NaOH150 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 solutions
- Jauger à 1000ml

➤ **Solution Ferrique (Fe (III))**

- Eau distillé.....1000 ml
- Alun de fer125 g
- Sulfate ferrique50 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

➤ **Phosphate tri potassique (K_3PO_4)**

- Eau distillé.....200 ml
- KOH37,52 g
- K_3PO_4 10,86 ml

- **Préparation**

- Dissoudre 37,52g de KOH dans l'eau distillé.
- Sous l'agitateur ajouter 10,86ml de K_3PO_4 .
- Jauger à 200 ml.

- **Acide borique (H_3BO_3)**

- Eau distillé.....1000 ml
- H_3BO_3 40 g
- Vert bromocrésol10 ml
- Rouge de méthyle7,5 ml

- **Préparation**

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

Annexe 02 : Composition des milieux de culture.

➤ **Solution de Ringer au ¼**

• **Composition du milieu**

- Chlorure de sodium2,250 g/l
- Chlorure de potassium.....0,105 g/l
- Chlorure de calcium.....0,120 g/l
- Hydrogénocarbonate de sodium.....0,050 g/l

➤ **Plate Count Agar (PCA)**

• **Composition du milieu**

- Tryptone.....5,0 g/l
- Extrait de levure.....2,5 g/l
- Glucose.....1,0 g/l
- Agar:.....15,0 g/l

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

➤ **Bouillon lactosée au pourpre de bromocrésol (BCPL)**

▪ **Composition du milieu**

- Tryptone.....5,0 g/l
- Extrait de viande3,0g/l
- Lactose10,0 g/l
- Pourpre de bromocrésol.....25,0 mg/l
- Agar bactériologique..... ..13,0g/l

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

➤ **Eau péptonée exempte d'indole (BIOKAR)**

• **Composition du milieu**

- Tryptone.....10,0g/l
- Chlorure de sodium.....5,0 g/l

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

➤ **BEA (gélose Bile Esculine Azide)**

• **Composition du milieu**

- Tryptone.....17,00 g/l
- Peptone pepsique de viande3,00 g/l
- Extrait autolytique de levure.....5,00 g/l
- Bile de boeuf bactériologique10,00 g/l
- Chlorure de sodium.....5,00 g/l
- Esculine1,00 g/l
- Citrate ferrique ammoniacal0,50 g/l
- Azide de sodium0,15 g/l
- Agar agar bactériologique.....13,00 g/l

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

➤ **EVA-Litsky**

• **Composition du milieu**

- Polypeptone.....20,0g/l
- Glucose.....5,0 g/l
- Chlorure de sodium5,0 g/l
- Phosphate monopotassique2,7 g/l
- Phosphate dipotassique2,7 g/l
- Azide de sodium0,3 g/l
- Ethyl-violet0,5 mg/l

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

➤ **Gélose de Baird-Parker**

• **Composition du milieu**

- Tryptone.....10,0 g/l
- Extrait de viande5,0 g/l
- Extrait autolytique de levure1,0 g/l
- Pyruvate de sodium10,0 g/l
- Glycine.....12,0 g/l
- Chlorure de lithium.....5,0 g/l
- Agar agar bactériologique.....17,0 g/l

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

➤ **Gélose glucosée viande-foie (VF)**

• **Composition du milieu**

- Peptone viande-foie30,0 g/l
- Glucose.....2,0 g/l
- Amidon soluble2,0 g/l
- Sulfite de sodium2,5 g/l
- Citrate de fer ammoniacal0,5 g/l
- Agar agar bactériologique.....15,0 g/l

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

➤ **Gélose glucosée à l'oxytétracycline**

• **Composition du milieu**

- Extrait de levure.....5,0g/l
- Glucose.....20,0g/l
- Oxytétracycline.....0,1 g/l
- Agar agar bactériologique.....15,0 g/l

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 6,6 ± 0,2.

➤ **Bouillon FRAZER**

• **Composition du milieu**

- Polypeptone.....10,00 g/l
- Extrait de levure5,00 g/l
- Extrait de viande5,00 g/l
- Chlorure de sodium20,00 g/l
- Phosphate disodique anhydre9,60 g/l
- Phosphate monopotassique1,35 g/l
- Esculine1,00 g/l
- Chlorure de lithium.....3,00 g/l
- Acide nalidixique.....20 mg/l
- Acriflavine (chlorhydrate)25 mg/l
- Citrate de fer III ammoniacal.....0,50 g/l

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

➤ **La gélose (Xylose-Lysine-Désoxycholate) XLD (OXOID)**

• **Composition du milieu**

○ Extrait de levure.....	3,0 g/l
○ L-Lysine	5,0 g/l
○ Lactose	7,5 g/l
○ Saccharose	7,5 g/l
○ Xylose	3,5 g/l
○ Désoxycholate de sodium.....	2,5 g/l
○ Chlorure de sodium.....	5,0 g/l
○ Thiosulfate de sodium.....	6,8 g/l
○ Citrate ferrique ammoniacal.....	0,8 g/l
○ Rouge de phénol.....	80,0 mg/l
○ Agar agar bactériologique.....	13,5 g/l

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

➤ **Gélose Oxford**

• **Composition du milieu**

○ Polypeptone	20,0 g/l
○ Extrait de levure.....	3,0 g/l
○ Amidon.....	1,0 g/l
○ Chlorure de sodium.....	5,0 g/l
○ Esculine	1,0 g/l
○ Citrate ferrique ammoniacal.....	0,5 g/l
○ Chlorure de lithium.....	15,0 g/l
○ Cycloheximide.....	400,0 mg/l
○ Colistine (sulfate)	20,0 mg/l
○ Céfotétan	2,0 mg/l
○ Fosfomycine.....	10,0 mg/l
○ Acriflavine	5,0 mg/l
○ Agar agar bactériologique.....	13,0 g/l

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

➤ **Gélose ALOA (BIOKAR)**

• **Composition du milieu**

○ Peptic digest of meat.....	18.00g/l
○ Tryptone.....	6.00g/l

- Yeast extract10.00 g /l
- Sodium pyruvate2.00g/l
- Glucose.....2.00g/l
- Magnesium glycerophosphate1.00g/l
- Magnesium sulfate, anhydrous0.50g/l
- Sodium chloride5.00 g/l
- α -phosphatidyl-inositol.....2.00g/l
- Disodium hydrogenphosphate, anhydrous.....2.50 g/l
- Lithium chloride.....10.00 g/l
- 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucoopyranoside.....0.05 g/l
- Nalidixic acid0.02 g/l
- Ceftazidime0.02 g /l
- Polymyxin B (sulfate)76700g/l
- Cycloheximide.....0.05 g/l
- Bacteriological agar12.00 g/l

pH of the ready-to-use media at 25°C : 7.2 ± 0.2 .

➤ **Bouillon RAPPAPORT-VASSILIADIS Soja (RVS)**

• **Composition du milieu**

- Peptone papainique de soja.....4,50 g/l
- Chlorure de sodium7,20 g/l
- Phosphate mono potassique1,26 g/l
- Phosphate di potassique0,18 g/l
- Chlorure de magnésium anhydre13,40 g/l
- Vert malachite (oxalate).....36,0 mg/l

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

➤ **Eau peptonée tamponnée**

• **Composition du milieu**

- Peptone.....10,00 g/l
- Chlorure de sodium.....5,00 g/l
- Phosphate disodique anhydre3,56 g/l
- Phosphate monopotassique1,50 g/l

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

➤ **Gélose Hektoen (BIOKAR)**

- **Composition du milieu**

- Peptone pepsique de viande..... 12,0 g/l
- Extrait autolytique de levure..... 3,0 g/l
- Lactose..... 12,0 g/l
- Saccharose 12,0g/l
- Salicine..... 2,0 g /l
- Sels biliaires 9,0 g/l
- Chlorure de sodium..... 5,0 g/l
- Thiosulfate de sodium 5,0 g/l
- Citrate ferrique ammoniacal 1,5 g/l
- Bleu de bromothymol 65 mg/l
- Fuchsine acide 40 mg/l
- Agar agar bactériologique 13,5 g /l

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

➤ **Bouillon de MÜLLER-KAUFFMANN au Tétrathionate-Novobiocine (MKTn) (BIOKAR)**

- **Composition du milieu**

- Tryptone.....8,6 g/l
- Extrait de viande4,3 g/l
- Sels biliaires.....4,78 g/l
- Chlorure de sodium.....2,6 g/l
- Carbonate de calcium38,7 g/l
- Thiosulfate de sodium anhydre.....30,45 g/l
- Vert brillant.....9,6 mg/l

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 8,0± 0,2.

➤ **Gélose M 17 (BIOKAR)**

- **Composition du milieu**

- Tryptone.....2,50 g/l
- Peptone pepsique de viande2,50 g/l
- Peptone papaïnique de soja5,00 g/l
- Extrait autolytique de levure.....2,50 g/l
- Extrait de viande5,00 g/l
- Lactose5,00 g/l
- Glycérophosphate de sodium19,00 g/l
- Sulfate de magnésium0,25 g/l
- Acide ascorbique0,50 g/l
- Agar agar bactériologique.....15,00 g/l

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

➤ **Gélose MRS (BIOKAR)**

• **Composition du milieu**

○ Polypeptone.....	10,00 g/l
○ Extrait de viande	10,00 g/l
○ Extrait autolytique de levure	5,00 g/l
○ Glucose.....	20,00 g/l
○ Tween 80.....	1,08 g/l
○ Phosphate dipotassique	2,00 g/l
○ Acétate de sodium.....	5,00 g/l
○ Citrate d'ammonium.....	2,00 g/l
○ Sulfate de magnésium.....	0,20 g/l
○ Sulfate de manganèse.....	0,05 g/l
○ Agar agar bactériologique.....	15,00 g/l

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $5,7 \pm 0,1$

Annexe 03 : Les analyses microbiologiques réalisées.

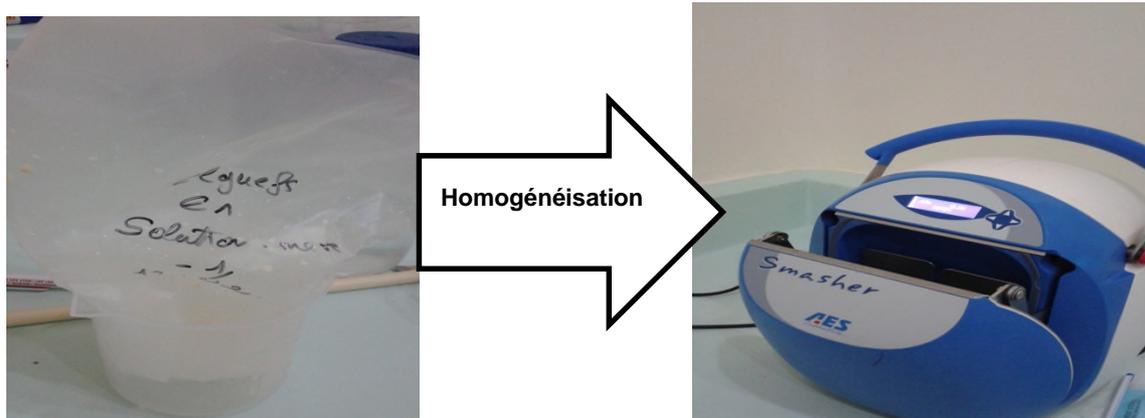


Figure.01 : Préparation de la solution mère solution mère.

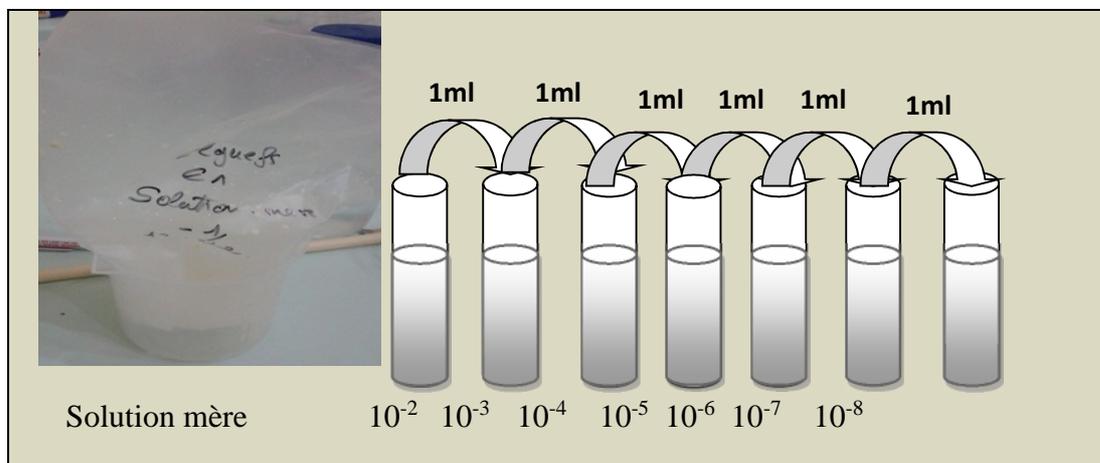


Figure.02 : Préparation des dilutions décimales.

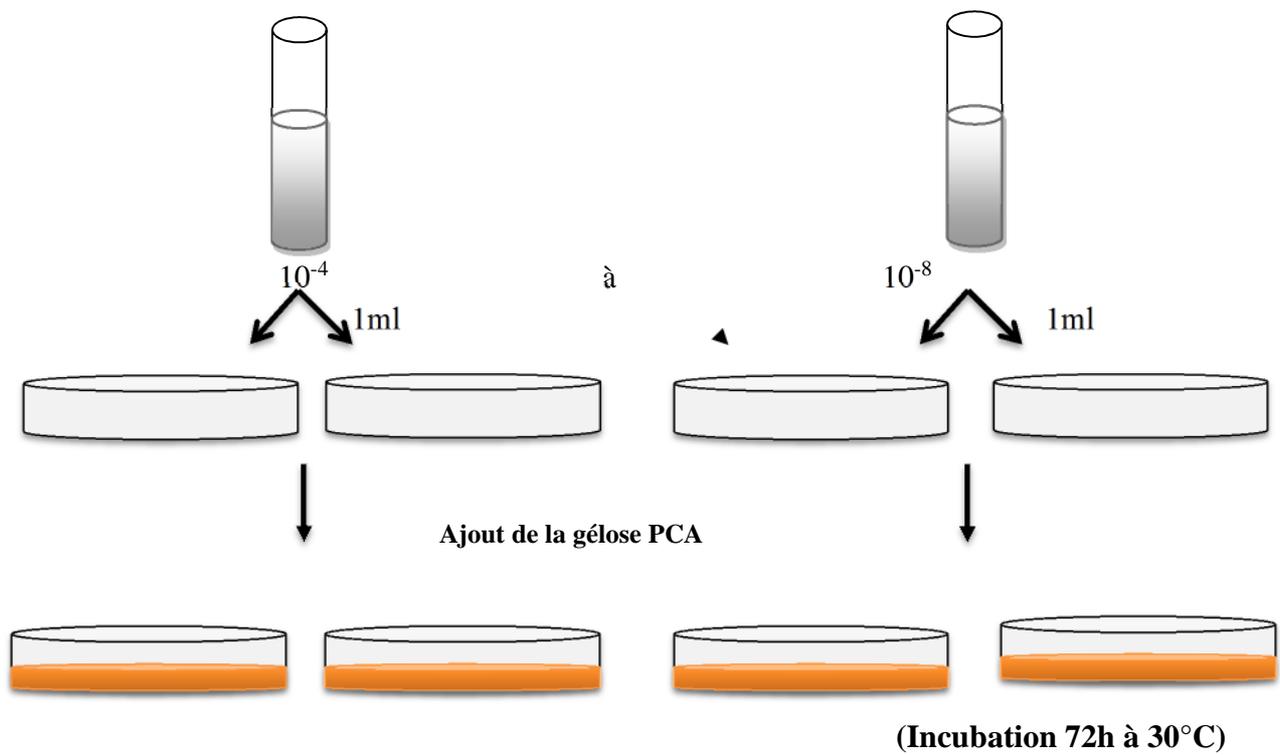


Figure.03: Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.

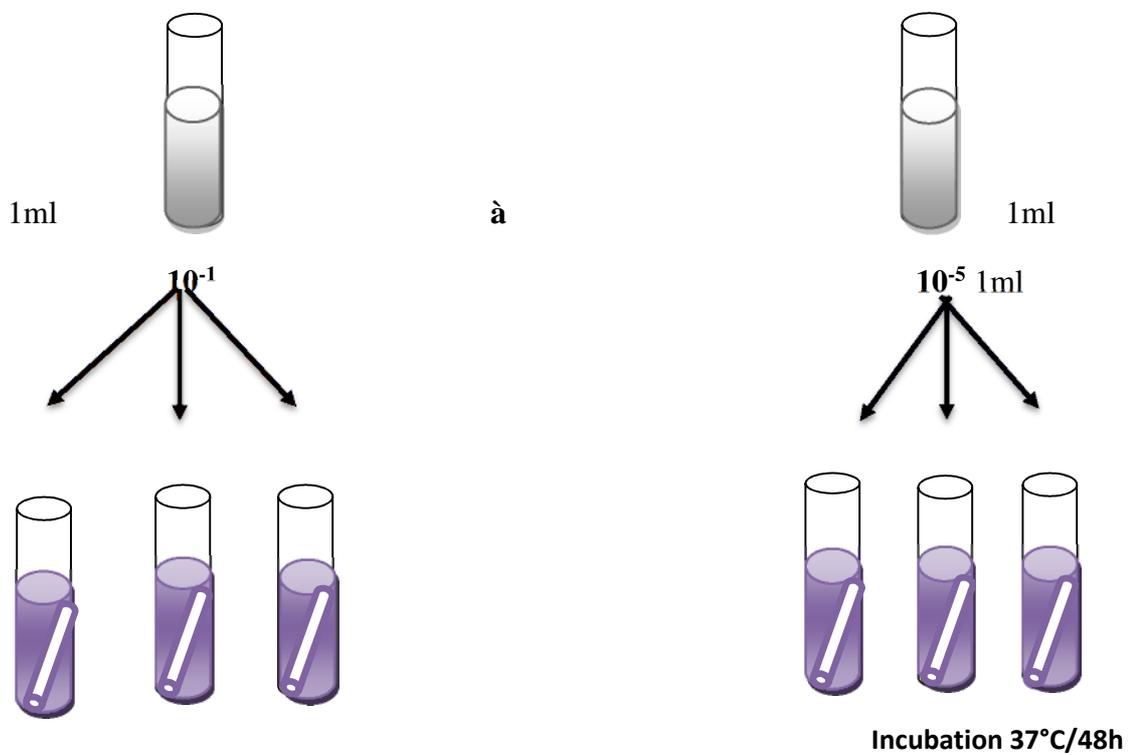


Figure.04: Dénombrement des coliformes totaux.

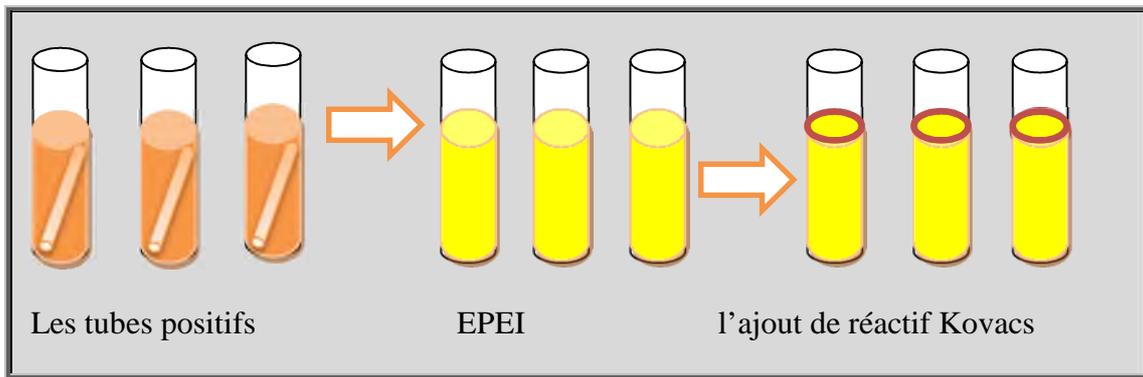


Figure.05: Recherche des coliformes fécaux.

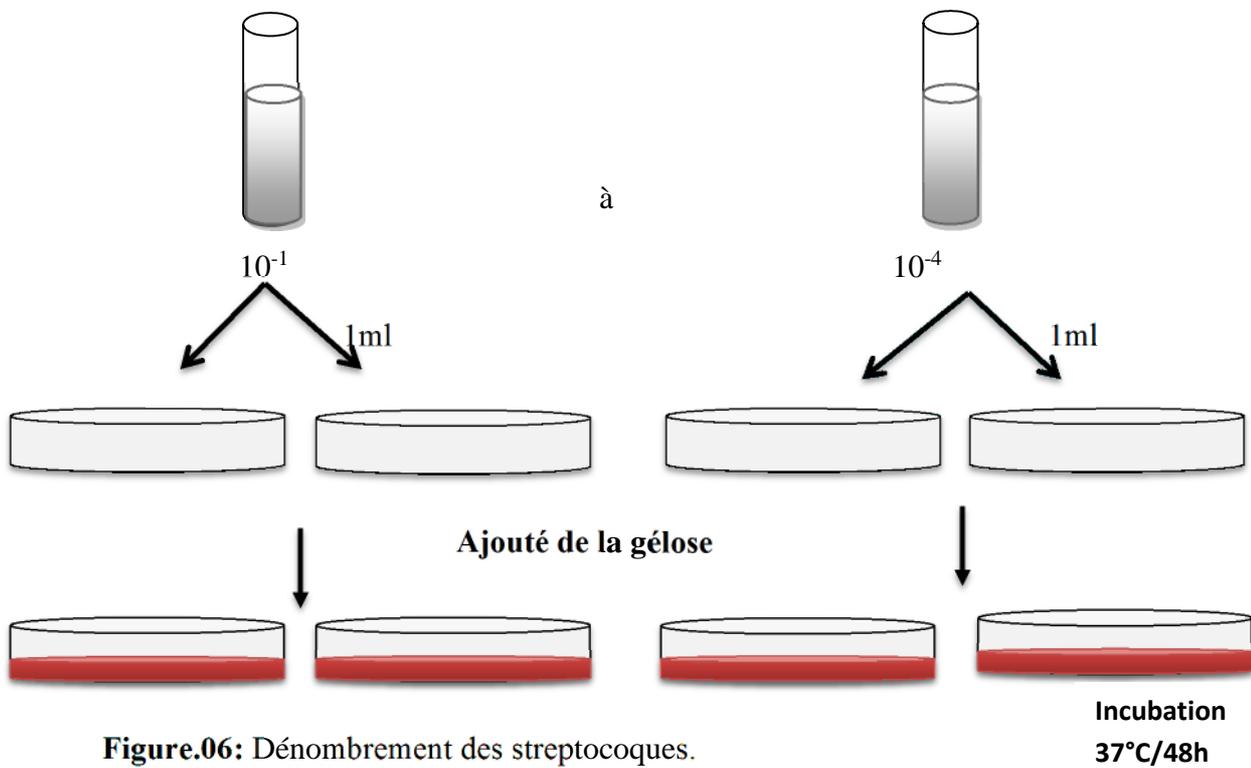


Figure.06: Dénombrement des streptocoques.

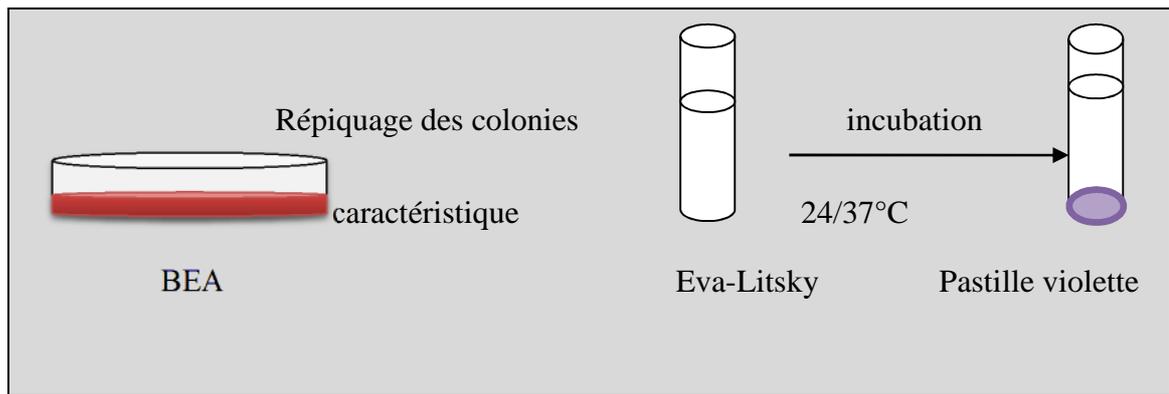


Figure.06: Recherche des Streptocoques fécaux.

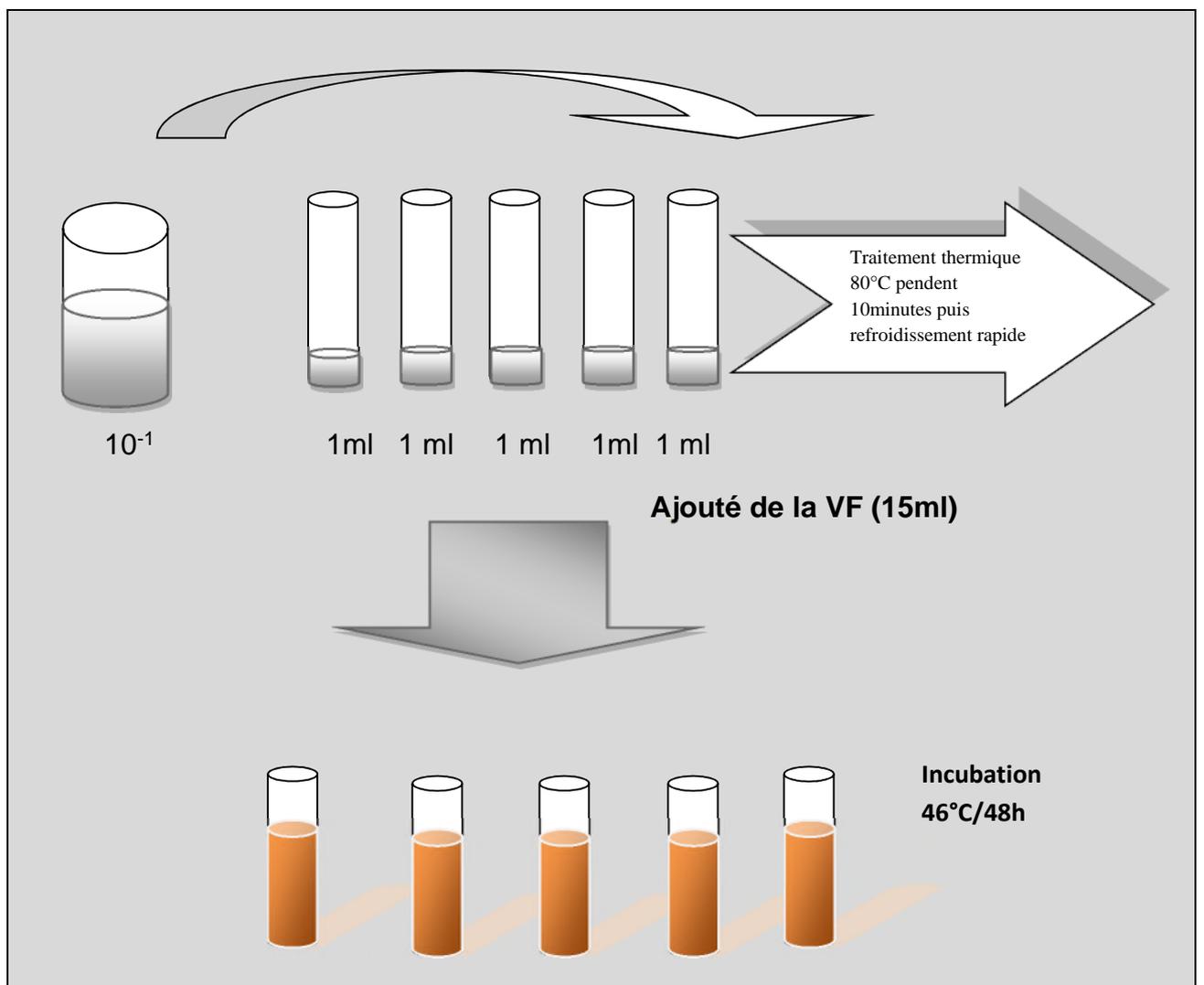


Figure.07 : Recherche des *Clostridium* sulfito-réducteur (CSR).

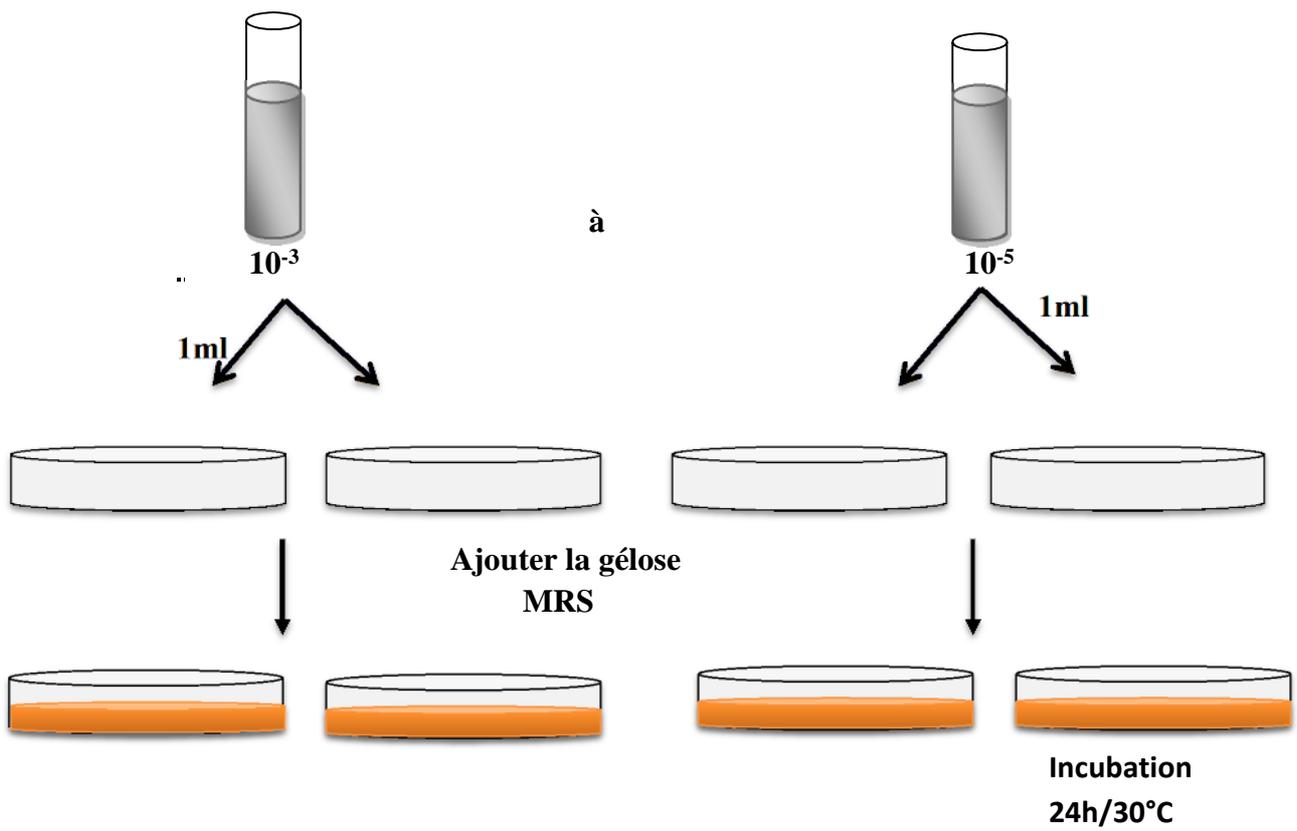


Figure.08: Dénombrement des lactobacilles.

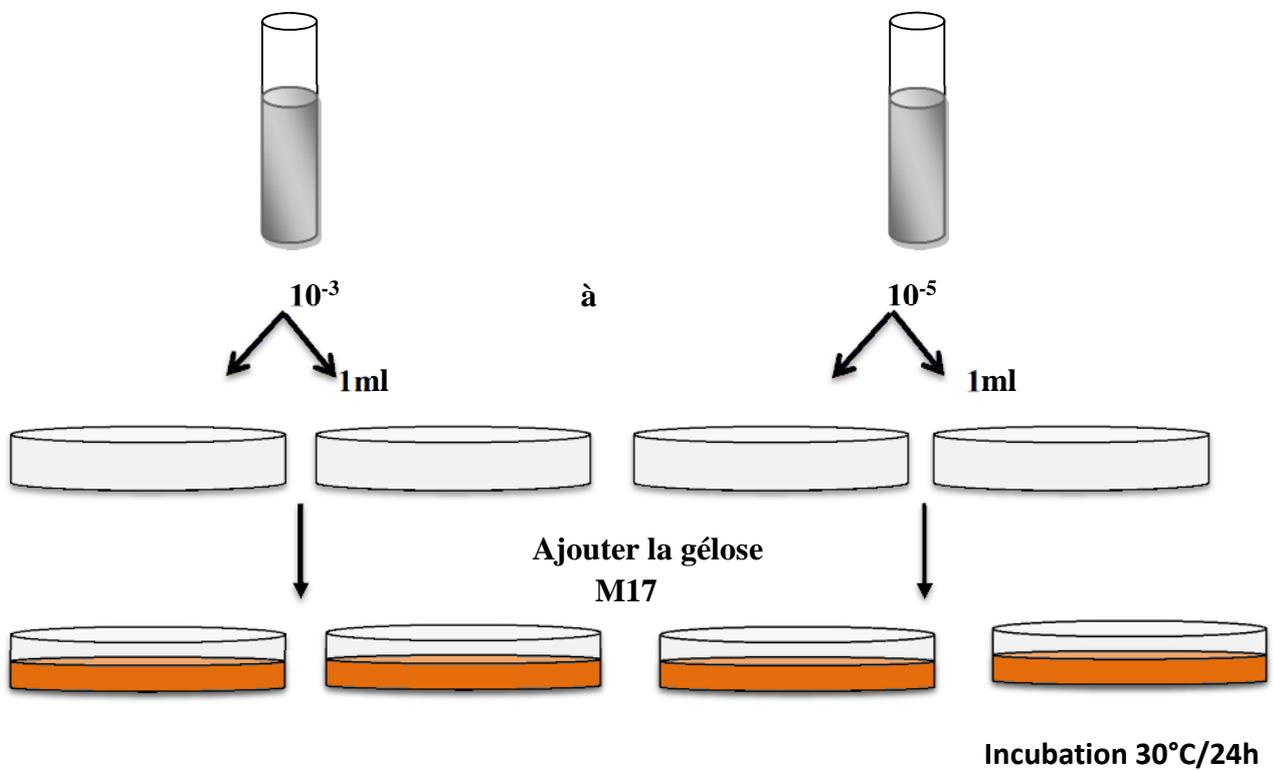


Figure.09: Dénombrement des streptocoques lactiques.

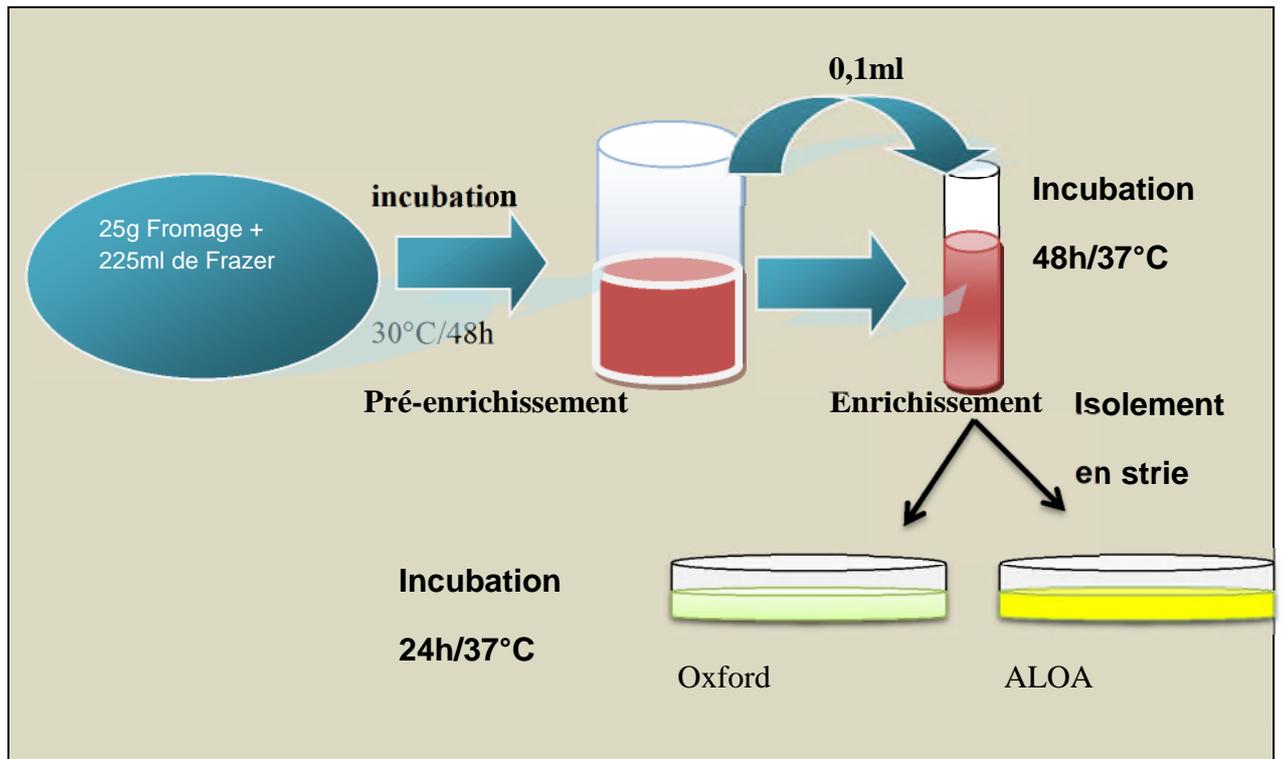


Figure.10: Recherche de *Listeria monocytogenes*.

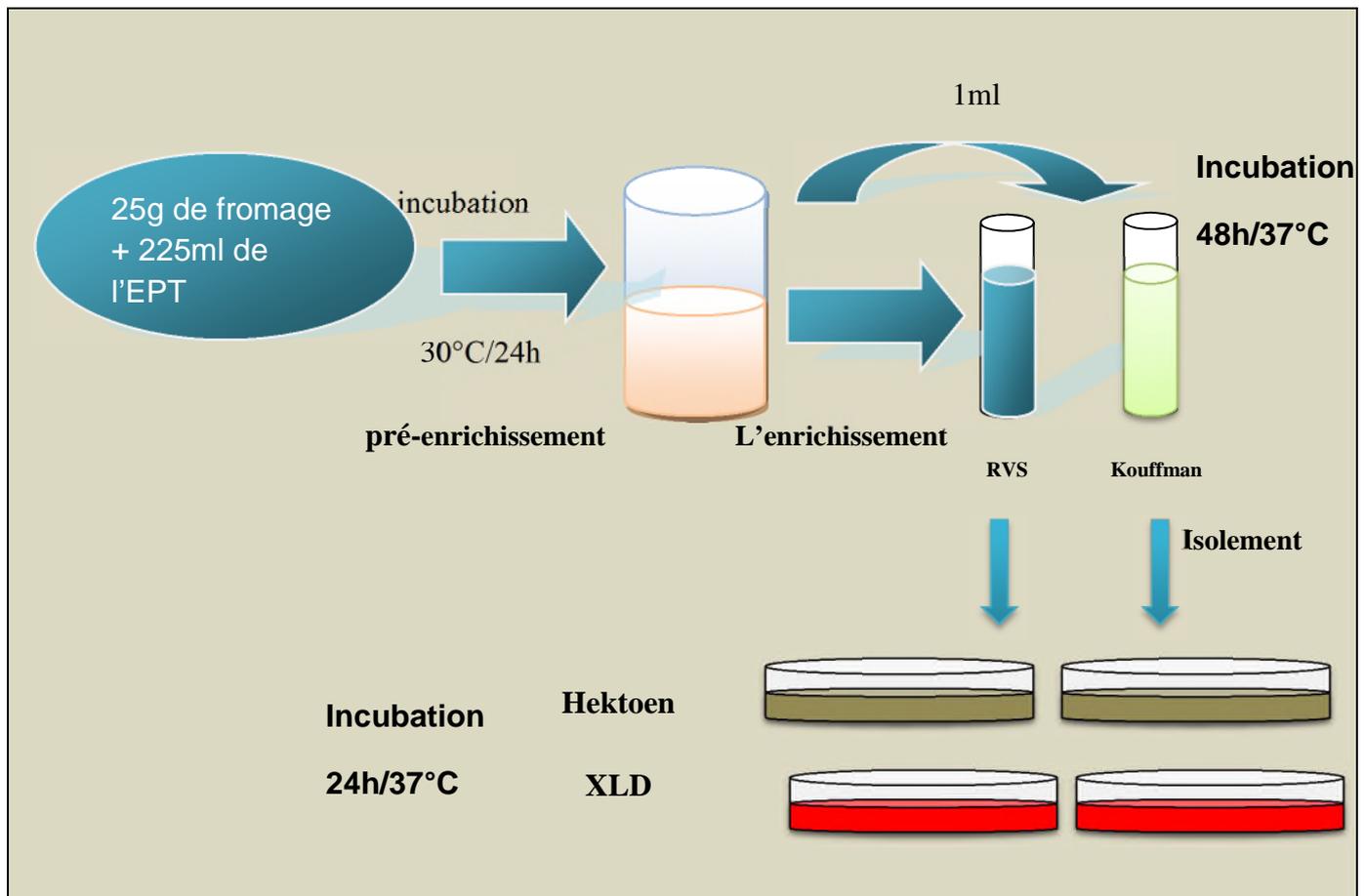


Figure.11: Recherche des salmonelles.

Annexe 04 : Table de Mac Grady.

Tableau X : Table de Mac Grady pour 3 tubes par dilution.

Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP	Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP
0	0	0	< 0,3	2	2	1	2,8
0	0	1	0,3	2	3	0	2,9
0	1	0	0,3	3	0	0	2,3
0	2	0	0,6	3	0	1	4
1	0	0	0,4	3	0	2	6
1	0	1	0,7	3	1	0	4
1	1	0	0,7	3	1	1	7
1	1	1	1,1	3	1	2	12
1	2	0	1,1	3	2	0	9
1	2	1	1,5	3	2	1	15
1	3	0	1,6	3	2	2	21
2	0	0	0,9	3	2	3	29
2	0	1	1,4	3	3	0	20
2	1	0	1,5	3	3	1	50
2	1	1	2,0	3	3	2	110
2	2	0	2,1	3	3	3	> 110

Annexe 05: Les résultats physico-chimiques .**Tableau I :** Les résultats des analyses physico-chimiques pour les deux fromages Algafs et Alatig.

pH					
Algafs	E ₁	4,91	Alatig	E ₁	5,34
	E ₂	4,94		E ₂	5,65
	E ₃	4,90		E ₃	5,35
MG%					
Algafs	E ₁	19,5	Alatig	E ₁	25
	E ₂	20		E ₂	26
	E ₃	20		E ₃	25
EST %					
Algafs	E ₁	43,71	Alatig	E ₁	51,86
	E ₂	42,09		E ₂	54,01
	E ₃	44,54		E ₃	53,07
Teneur en azote					
Algafs	E ₁	3,85	Alatig	E ₁	3,72
	E ₂	3,76		E ₂	3,45
	E ₃	3,77		E ₃	3,73
Teneur en protéine					
	E ₁	24,43		E ₁	23,75
	E ₂	24,04		E ₂	22,03

Algafs	E ₃	24,09	Alatig	E ₃	23,81
Acidité titrable					
Algafs	E ₁	1,062	Alatig	E ₁	0,723
	E ₂	1,066		E ₂	0,691
	E ₃	1,055		E ₃	0,774
Les sucres réducteurs					
Algafs	E ₁	0,2996	Alatig	E ₁	0

Annexe 06 : Les résultats microbiologiques

Tableau II : Résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.

Algafs	Les FTAM (UFC/g)							
	10 ⁻⁵		10 ⁻⁶		10 ⁻⁷		10 ⁻⁸	
E ₁	ind	ind	30	38	4	17	0	0
E ₂	ind	ind	107	62	25	4	2	0
E ₃	ind	ind	112	166	10	17	0	0

Alatig	Les FTAM (UFC/g)							
	10 ⁻⁵		10 ⁻⁶		10 ⁻⁷		10 ⁻⁸	
E ₁	ind	ind	103	106	15	18	0	0
E ₂	ind	ind	235	286	21	18	0	0
E ₃	94	184	13	27	6	5	0	0

Tableau III : Résultats du dénombrement des coliformes totaux.

Les coliformes totaux (UFC/g)					
Algafs	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
E ₁	- - +	- - +	- - -	- - -	- - -
E ₂	- - -	- - -	- + -	- - -	- - -
E ₃	- - +	- - -	+ - -	- - -	- - -

Les coliformes totaux (UFC/g)					
Alatig	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
E ₁	- - -	- + +	- + +	- - -	- - -
E ₂	- - -	- + +	- + -	+ - -	- - -
E ₃	- - -	- + +	- - -	- - -	- - -

Tableau IV : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux.

Les coliformes fécaux (UFC/g)					
Algafs	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
E ₁	- - +	- - +	- - -	- - -	- - -
E ₂	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
E ₃	- - +	- - -	- - -	- - -	- - -

Les coliformes fécaux (UFC/g)					
Alatig	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
E ₁	- - -	- + +	- - +	- - -	- - -
E ₂	- - -	- + +	- - -	- - -	- - -
E ₃	- - -	- + +	- - -	- - -	- - -

Tableau V : Résultats du dénombrement des *staphylocoques*.

Les <i>staphylocoques</i> (UFC/g)				
Algafs	10 ⁻¹		10 ⁻²	
	E ₁	7	16	0
E ₂	101	34	0	0
E ₃	29	31	0	0

Les <i>staphylocoques</i> (UFC/g)				
Alatig	10 ⁻¹		10 ⁻²	
	E ₁	ind	ind	27
E ₂	15	31	1	1
E ₃	117	120	4	13

Tableau VI : Résultats du dénombrement des *Streptocoques totaux*.

Les <i>Streptocoques totaux</i> (UFC/g)								
Algafs	10 ⁻¹		10 ⁻²		10 ⁻³		10 ⁻⁴	
	E ₁	ind	ind	278	272	42	34	4
E ₂	ind	ind	263	256	29	25	7	0
E ₃	ind	ind	ind	279	32	47	0	0

Les <i>Streptocoques totaux</i> (UFC/g)							
Alatig	10 ⁻²		10 ⁻³		10 ⁻⁴		
	E ₁	ind	ind	289	ind	38	1
E ₂	ind	ind	ind	276	31	27	
E ₃	ind	ind	283	294	32	21	

Tableau VII : Résultats du dénombrement des Levures et des Moisissures.

Levures et Moisissures (UFC/g)								
Algafs	10 ⁻⁴				10 ⁻⁵			
	Levures		Moisissures		Levures		Moisissures	
E ₁	12	11	31	29	6	7	5	12
E ₂	13	21	65	76	1	4	2	13
E ₃	6	10	18	24	0	0	0	0

Levures et Moisissures (UFC/g)								
Alatig	10 ⁻⁴				10 ⁻⁵			
	Levures		Moisissures		Levures		Moisissures	
E ₁	12	11	31	29	6	7	5	12
E ₂	13	21	65	76	1	4	2	13
E ₃	6	10	18	24	0	0	0	0

Tableau VIII : Les résultats du dénombrement des Streptocoques lactique.

Alatig	Les Streptocoques lactique (UFC/g)					
	10 ⁻⁴		10 ⁻⁵		10 ⁻⁶	
E ₁	ind	ind	208	165	21	17
E ₂	ind	ind	ind	267	41	28
E ₃	ind	ind	ind	ind	34	56

Algafs	Les Streptocoques lactique (UFC/g)					
	10 ⁻⁴		10 ⁻⁵		10 ⁻⁶	
E ₁	ind	ind	31	36	5	0
E ₂	ind	ind	224	ind	23	19
E ₃	ind	ind	ind	262	38	11

Tableau VIII : Résultats du dénombrement des lactobacilles.

Algafs	Les lactobacilles (UFC/g)							
	10 ⁻³		10 ⁻⁴		10 ⁻⁵		10 ⁻⁶	
E ₁	ind	ind	ind	ind	ind	ind	35	48
E ₂	ind	ind	ind	ind	ind	291	36	31
E ₃	ind	ind	ind	ind	ind	282	31	22

Alatig	Les lactobacilles (UFC/g)					
	10 ⁻⁴		10 ⁻⁵		10 ⁻⁶	
E ₁	ind	ind	ind	ind	34	48
E ₂	ind	ind	ind	ind	41	53
E ₃	ind	ind	ind	ind	9	33

Annexe 07

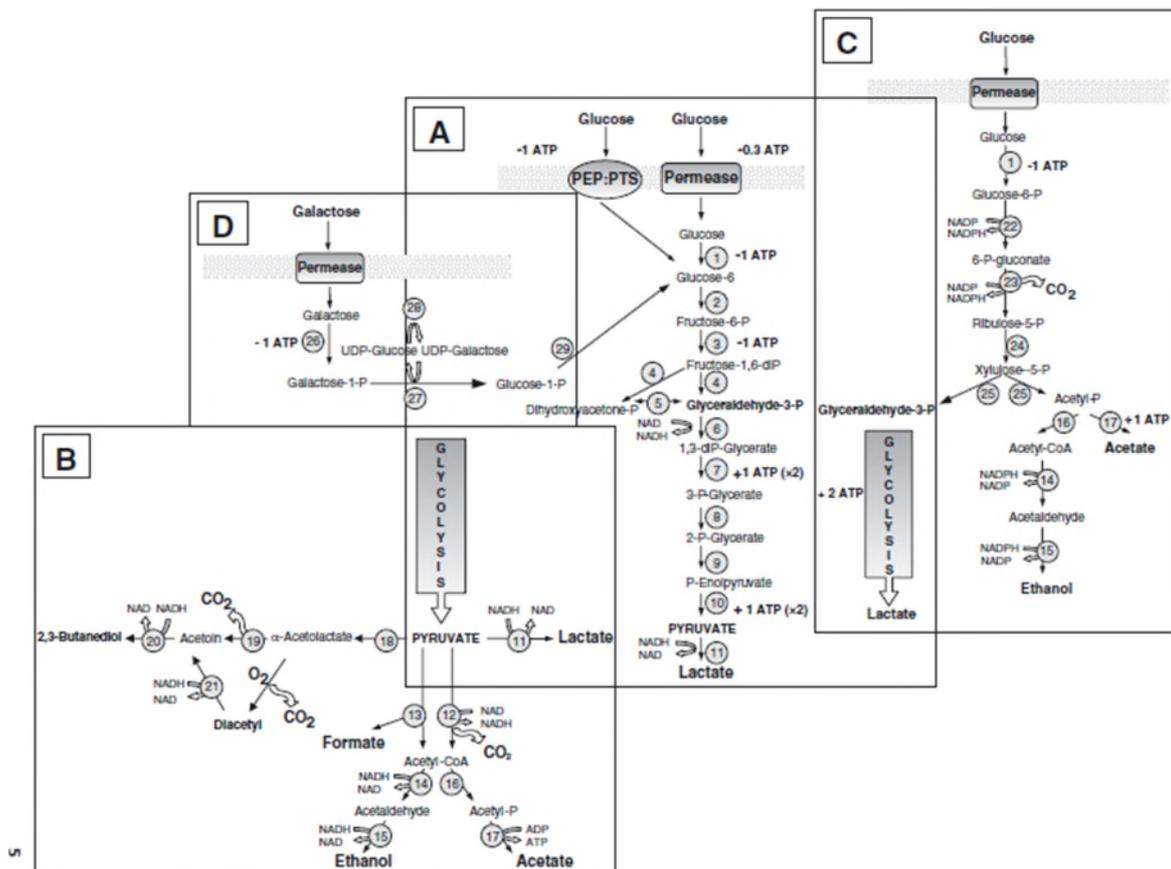


Fig.12 : Différentes voies de dégradation du glucose par les bactéries lactiques.

Résumé

La présente étude a pour but l'évaluation physicochimique et microbiologique de deux fromages artisanaux Algériens : Algafs et Alatig.

Les résultats des analyses physicochimiques ont montré qu'Algafs présente un extrait sec total de 43,43% dont 24,18% de protéines et 19,84% de matière grasse. Cependant l'Alatig présente un extrait sec total de 52,98% avec 23,19% de protéines et 25,33% de matière grasse. Ces résultats ont permis de classer le fromage Algafs comme étant un fromage frais à pâte molle et migras, alors qu'Alatig est un fromage à pâte demi-molle, migras et affiné principalement en surface.

Les résultats d'analyse microbiologique ont montré que les deux fromages ont une qualité microbiologique globalement acceptable avec une flore lactique dominante au voisinage de 10^8 UFC/g. Néanmoins, le fromage Alatig présente une charge présumptive en *Staphylococcus aureus* de $1,5 \cdot 10^4$ UFC/g, cela dépasse le seuil d'acceptabilité sans pour autant atteindre la limite de toxicité. De plus, ce fromage a une charge en moisissure de l'ordre de 10^6 UFC/g qui lui procure une couche blanche en surface. Cependant, ces moisissures ne sont pas identifiées.

Par ailleurs, d'après les résultats obtenus, les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des deux fromages sont différentes, cette différence est probablement due à la qualité du lait utilisé et à la période d'affinage (8 mois) du fromage Alatig.

Mots-clés : Fromages artisanaux, Analyses physicochimiques, Analyses microbiologiques, Assurance de qualité, Amélioration des conditions de production.

Abstract

The present study aims physicochemical and microbiological assessment of two artisanal cheeses Algerians: Algafs and Alatig.

The results of physicochemical analysis showed that Algafs has a dry matter (DM) of 43.43%, of which 24.18% are proteins and 19.84% a fat. For Alatig, it has 52.98% DM with 23.19% protein and 25.33% fat. These results allowed classifying Algafs cheese as a fresh soft cheese and mi-fat while Alatig is a semi-soft cheese, mainly mi-fat and refined surface.

The results of microbiological analysis showed that, the two cheeses have a generally acceptable microbiological quality with a lactic dominant flora in the vicinity of 10^8 CFU/g. However, the Alatig cheese has presumptive *Staphylococcus aureus* charge of $1,5 \cdot 10^4$ CFU/g, it exceeds the threshold of acceptability without reaching the toxic limit. In addition, this cheese mold in a load of the order of 10^6 CFU/g which gives it a white layer on the surface. Though, these molds are not identified.

Furthermore, according to the results, the physicochemical and microbiological characteristics of both cheeses are different; this difference is probably due to the quality of the used milk and ripening period (8 months) for Alatig cheese.

Keywords: Artisanal cheeses, Physicochemical analysis, Microbiological analysis, Quality Assurance, Improvement of production conditions.