

**République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université Saad DAHLAB Blida 1



**Institut des Sciences et Techniques
Appliquées**

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Présenté par :

Mlle AICHE Imane

Et

Mr YAHY Abdelhaq

En vue de l'obtention d'un diplôme de master professionnel

En technologie alimentaire

**FORMULATION D'UN FROMAGE A BASE D'UN
COUAGULENT VEGETAL**

LE LATEX DU FIGUIER « *Ficus caria* »

Soutenu devant le Jury :

TERKI Lydia	MCB, Université SAAD DAHLAB Blida 1	Examénatrice
AISSAOUI Ourida	MCB, Université SAAD DAHLAB Blida 1	Présidente
KHELOUIA Lamia	MCB, Université SAAD DAHLAB Blida 1	Promotrice

Année universitaire 2023/2024

Table des matières

REMERCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

RÉSUMÉ

INTRODUCTION 1

PARTIE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LAIT DE VACHE 4

I.1. Généralités 4

I.2. Définition..... 4

I.3. Composition du lait 5

I.3.1. Les glucides 5

I.3.2. Les protéines..... 5

I.3.3. La matière minérale..... 6

I.3.4. Matière Grasse..... 7

I.4. Caractères nutritionnels du lait de vache..... 7

CHAPITRE II LES FROMAGES 8

II.1 Généralités 8

II.2 Historique 8

II.3 Définition..... 8

II.4 Fabrication..... 9

A. La coagulation..... 9

B. L'égouttage 10

C. Le pressage 10

D. Salage 11

E. L'affinage 11

II.5 Classification des fromages..... 12

II.6 Les différent type de fromages 13

II.7 Diagramme de fabrication du fromage..... 14

II.8 Fromage frais 15

II.8.1Définitions..... 15

II.8.2 Classification du fromage frais	15
II.8.3 Composition et valeur nutritionnel du fromage frais	16
CHAPITRE III LAIT DU FIGUIER	17
III.1 La figue	17
III.2 Classification botanique	17
III.3 Caractéristiques du figuier	18
III.4 Lait de figue	20
CHAPITRE IV PLAND'EXPERIENCES	21
IV.1 Introduction	21
IV.2 Définition	21
IV.3 Facteur	21
IV.4 Réponse	21
IV.5 Construction du plan d'expériences	22
IV.5.1 Plan de Box-Behnken	22

PARTIE II : EXPERIMENTALE

II.1 Présentation de l'organisme d'accueil « Eurl Sirine Industrie, «ESI»....	25
II.2 Démarche expérimentale.....	25
II.3 MATERIEL ET METHODES	26
II.3.1 Matériel.....	26
II.3.2 Méthodologie.....	27
II.4 Diagramme de formulation du fromage à base d'un ferment végétal ...	30
II.5 Analyses physico-chimiques lait de vache traité.....	31
II.5.1 Mesure du pH :.....	31
II.5.2 Mesure de l'acidité titrable.	32
II.5.3 Densité	33
II.6 Analyse physique-chimique de fromage	33
II.6 1 Détermination du pH	33
II.6 2 Détermination de l'acidité titrable	33
II.6 3 Rendement fromager.....	34
II.6 .4 Détermination de l'extrait sec	34
II.7 Test de rhéologie.....	35
II.8 Les analyses microbiologiques.....	37
II.8 .1 Préparation des dilutions.....	37

II.8 .2 Recherche et dénombrement de Les coliformes totaux et fécaux.	38
II.8 .3 Recherche et dénombrement de Staphylocoques.....	38
II.8 .4 Recherche et dénombrement de Salmonella	40
II.8 .5 Recherche et dénombrement de <i>Listeriamonocytogène</i>	40

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1.Résultats de plan d'expérience.....	42
III.1.1.L'analyse de pH des fromages	43
III.1.2.L'analyse de l'acidité titrable des fromages	44
III.1.3.L'analyse le rendement des fromages.....	45
III.1.4.Impact de la température d'incubation:.....	45
III.1.5.Impact du temps d'incubation:	45
III.1.6.Comparaison des rendements:	45
III.1.7.Facteurs influençant le rendement:	46
III.1.8.Importance du rendement fromager:	46
III.2.Résultats du plan Box-Behnken.....	46
III.2.1.Analyses des résultats.....	46
III.3.Optimisation.....	53
Conclusion	54
III.4.Analyses physico-chimiques de lait de vache.....	55
III.5.Analyses physico-chimiques du fromage formulé.....	57
III.6.Analyses microbiologiques du fromage	58
III.7.Résultat de rhéologie de fromage	59
III.7.1.Interprétation de rhéologie.....	60
CONCLUSION GÉNÉRALE	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63
Annexes.....	71

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, nous remercions le bon Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous exprimons notre estime et nos remerciements à l'entreprise LE MONT D'OR d'avoir accepté la réalisation de ce travail au sein de son organisme.

Nous remercions particulièrement Madame OUKIL Miassa, responsable qualité, qui nous a aidé, soutenu et encouragé pendant toute la période de notre travail.

Nous remercions la présidente du jury, Dr TERKI Lydia, Maitre de conférences à l'institut des sciences et techniques appliquées de l'université SAAD DAHLAB Blida 1, d'avoir accepté de présider ce travail.

Nous adressons nos remerciements à Dr AISSAOUI Ourida, Maitre de conférences à l'institut des sciences et techniques appliquées de l'université SAAD DAHLAB Blida 1, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Qu'il nous soit permis d'exprimer particulièrement notre gratitude, de reconnaissance et de satisfaction à notre promotrice Dr KHELOUIA Lamia, Maitre de conférences à l'institut des sciences et techniques appliquées de l'université SAAD DAHLAB Blida 1, qui a fait l'honneur de veiller et de diriger ce travail, en assurant la direction de ce mémoire. Ses conseils pertinents ainsi que sa disponibilité régulière ont fortement facilité l'avancement de ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à l'ensemble de l'institut des sciences et techniques appliquées, de nous avoir soutenu, et dirigé tout au long de notre parcours universitaire.

Nous remercions tous ceux et celles qui ont aidés d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail.

DÉDICACES

*A l'aide de dieu le tout puissant, qui nous a tracé le chemin de notre vie, nous
avons pu*

Réaliser ce travail que nous dédions

A nos chers parents.

Sœurs et frères ; et à toute la famille

A nos cher(e)s ami(e)s

A toute la promotion de notre institut.

Mlle AICHE Imane

Mr YAHY Abdelhaq

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: composition du lait .	5
Tableau 2:proportions des protéines dans le lait.....	6
Tableau 3:composition minérale du lait.....	6
<u>Tableau 4:les déffirente type de fromage.....</u>	<u>13</u>
Tableau 5 : Composition moyenne d'un fromage frais pour 100 g.....	16
Tableau 6:Classification botanique	17
Tableau 7: Valeurs des différents facteurs modélisant le plan d'expérience..	29
Tableau 8:les germes recherché.....	37
Tableau 9 : Résultats d'analyses physico-chimiques des 13 formules.	42
Tableau 10:les conditions expérimentales Optimales	53
Tableau 11:résultats des analyses physico-chimiques du lait cru de vache ..	55
Tableau 12:Résultats des analyses microbiologiques	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Fruit du figuier.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 2:bourgeonnement de figuier	18
Figure 3:Rameaux fructifère de figuier	19
Figure 4:Une feuille de l'espèce Ficus carica.....	19
Figure 5:Fleur à l'intérieur du fruit	20
Figure 6: Liquide blanc du figuier	20
Figure 7:plan de Box-Behnken pour 3 facteurs	Error! Bookmark not defined.
Figure 8 : Pasteurisation de lait au bain mari.....	27
Figure 9:13 boites de fromage.	27
Figure 10:Inoculation du lait de vache.	28
Figure 11 : incubation dans l'étuve.	Error! Bookmark not defined.
Figure 12:Estimation des coefficients pour les teneurs en acidité titrable	Error! Bookmark not defined.
Figure 13:Estimation des coefficients pour les valeurs de pH.....	48
Figure 14Surface de réponse de l'effet de la Concentration du latex et de la Température sur l'acidité titrable:.....	49
Figure 15:surface de réponse de l'effet du temps et de la température sur l'acidité titrable	49
Figure 16:surface de réponse de l'effet du temps et de la concentration en Latex sur l'acidité titrable	50
Figure 17:surface de réponse de l'effet de la Concentration du latex et de la Température sur le pH.....	51
Figure 18:surface de réponse de l'effet du temps et de la température sur le pH.....	52
Figure 19:surface de réponse de l'effet du temps de la concentration en Latex sur le pH.....	53
Figure 20:Représentation graphique (résultat de viscosité de fromage formulé).....	Error! Bookmark not defined.
Figure 21:Représentation graphique (résulta d'écoulement de fromage formulé).....	Error! Bookmark not defined.

LISTE DES ABREVIATIONS

LF	Latex de figue
Abs	Absence
TSE	Tryptone-Sel-Eau
ESI	EURL Sirine industrie
DM	Dilution mere
AFNOR	Association française de normalisation es l'organisation française.
CT	Coliform totaux
CF	Coliform fécaux
D°	Dornic (acidité)
E.coli	Escherichia Coli
EST	Extrait sec total
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
JORA	Journal officiel république algérienne
UFC	Unité formant colonie
MS	Matière sèche
PCA	Plant count agar
MG	Matière grasse
VRBL	Milieu lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre.
KDa	Unité de masse moléculaire

RÉSUMÉ

Ce travail vise à développer un fromage végétal à base de latex de figuier, une ressource locale abondante, destiné aux consommateurs végétaliens. Un plan d'expériences comprenant 15 essais a été élaboré pour optimiser les paramètres de fabrication du fromage, notamment le temps et la température d'incubation, ainsi que la concentration du ferment végétal. L'objectif était d'obtenir un produit de qualité adéquate, efficace et économique.

Le latex de figuier frais a été collecté et filtré pour éliminer les impuretés, et a été ajouté au lait cru de vache, incubé à différentes températures et durées pour obtenir la coagulation. Le caillé obtenu a été pressé pour éliminer l'excès de sérum et mûri à une température et humidité contrôlées.

Le fromage a été analysé pour ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ainsi que sa rhéologie. Les analyses physico-chimiques ont inclus le pH, l'acidité, l'extrait sec et la teneur en matière grasse. Les analyses microbiologiques ont visé à détecter la présence de germes pathogènes. Les analyses rhéologiques ont inclus la viscosité et l'écoulement.

Les résultats ont montré que le fromage formulé avec 300 µl de latex, incubé à 40°C pendant 15 minutes, présentait le rendement le plus élevé (8,75%). Les analyses physico-chimiques ont révélé un pH de (5,84), une acidité de (18°D) et un extrait sec de (54%), indiquant des caractéristiques conformes aux normes de qualité. Les analyses microbiologiques n'ont détecté aucun germe pathogène, confirmant l'efficacité du traitement thermique et des conditions aseptiques de fabrication. Les résultats de l'analyse rhéologique montrent que le fromage est moyennement visqueux 55 400 pas, valeur considérée comme adéquate et fiable.

Le fromage obtenu présente des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et rhéologiques satisfaisantes, et offre une alternative intéressante aux consommateurs végétaliens.

Mots clés : Fromage, ferment végétal, lait de figuier, plan d'expérience, analyses physico-chimiques, analyses microbiologique et analyse rhéologiques.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تطوير جبن نباتي يعتمد على حليب التين، وهو مورد محلي وفير، ويستهدف المستهلكين النباتيين. تم تطوير خطة تجريبية تشتمل على 15 اختبارًا لتحسين معاملات تصنيع الجبن، ولا سيما وقت الحضانة ودرجة الحرارة، بالإضافة إلى تركيز الخميرة النباتية. كان الهدف هو الحصول على منتج ذو جودة مناسبة وفعالة.

تم جمع حليب التين الطازج وتصفيته لإزالة الشوائب، وإضافته إلى حليب البقر الخام، وحضنه في درجات حرارة ومدد مختلفة لتحقيق التخثر. تم ضغط الخثارة الناتجة لإزالة المصل الزائد ونضجها عند درجة حرارة ورطوبة يمكن التحكم فيها.

تم تحليل الجبن لخصائصه الفيزيائية والكيميائية و الميكروبيولوجية و الريولوجية. وشملت التحليلات الفيزيائية والكيميائية درجة الحموضة والحموضة والمستخلص الجاف ومحتوى الدهون. تهدف التحليلات الميكروبيولوجية إلى الكشف عن وجود الجراثيم المسببة للأمراض. كما تضمنت التحاليل الريولوجية دراسة اللزوجة والتدفق.

أظهرت النتائج أن الجبن المصنوع من 300 ميكرو لتر من مادة حليب التين ، والمحتضن عند درجة حرارة 40 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة، قدم أعلى إنتاجية (8.75%). أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن الرقم الهيدروجيني (5.84) والحموضة (18 درجة مئوية) والمستخلص الجاف (54%)، مما يدل على خصائص متوافقة مع معايير الجودة. ولم تكشف التحاليل الميكروبيولوجية عن أي جراثيم ممرضة، مما يؤكد فعالية المعالجة الحرارية وظروف التصنيع المعقمة. متوافقة مع معايير الجودة. تشير التحليلات الريولوجية إلى أن النتائج تظهر أن التكوين يكون متوسط اللزوجة عند 55400 خطوة، وهي قيمة تعتبر كافية وموثوقة. يتمتع الجبن الذي تم الحصول عليه بخصائص فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية وريولوجية مرضية، ويوفر بديلاً مثيراً للاهتمام للمستهلكين النباتيين.

الكلمات المفتاحية: الجبن، الخميرة النباتية، حليب التين، التصميم التجريبي، التحليلات الفيزيوكيميائية، التحاليل لميكروبيولوجية وتحاليل ريولوجية

ABSTRACT

This study aimed to develop a plant-based cheese using fig latex, an abundant local resource, for vegan consumers. An experimental design comprising 15 trials was developed to optimize cheese-making parameters, including incubation time and temperature, as well as plant-based rennet concentration. The objective was to obtain a product of adequate quality, effectiveness, and economic viability.

Fresh fig latex was collected and filtered to remove impurities, and was added to raw cow's milk. The mixture was incubated at different temperatures and durations to achieve coagulation. The resulting curd was pressed to remove excess whey and ripened at controlled temperature and humidity.

The cheese was analyzed for its physicochemical, microbiological and rheological characteristics. Physicochemical analyses included pH, acidity, dry matter, and fat content. Microbiological analyses aimed to detect the presence of pathogenic germs.

The results showed that the cheese formulated with 300 µl of latex, incubated at 40°C for 15 minutes, presented the highest yield (8.75%). Physicochemical analyses revealed a pH of (5.84), an acidity of (18°D), and a dry matter content of (54%), indicating characteristics in accordance with quality standards. Microbiological analyses did not detect any pathogenic germs, confirming the effectiveness of the heat treatment and aseptic manufacturing conditions. The results of the rheological analyses show that the forming is moderately viscous at 55,400 steps, a value considered adequate and reliable.

The obtained cheese presents satisfactory physicochemical and microbiological characteristics, offering an interesting alternative for vegan consumers.

Key words: Cheese, vegetable ferment, fig milk, experimental design, physicochemical, microbiological and rheological analyses.

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays (Europe, États-Unis et Océanie), la production laitière a été développée grâce à une structuration des filières laitières avec une spécialisation des races laitières et une concentration de l'activité d'élevage sur le bovin laitier. **(PESLERBE, 2006).**

Comme le consommateur Algérien a une recommandation quotidienne de produits laitiers, la fabrication des produits fermentés à base d'ingrédients nutritifs variables considérés comme une meilleure alternative de produit laitier. La fabrication du fromage est apparue il y a des milliers d'années. Le but principal de la transformation du lait en fromage était de conserver ses principaux composants. Actuellement, le fromage est devenu un aliment au sens nutritionnel du terme. L'étape clé de la réussite d'un fromage quelconque est la coagulation. Elle consiste à la formation d'un gel ou caillé, suite à des modifications complexes, tant physiques que chimiques, des constituants du lait, principalement, les caséines. Le premier agent coagulant est la présure. Cette enzyme se trouve dans les caillottes de jeunes ruminants, à l'allaitement. Il faut en moyenne 4 caillottes de veaux pour produire une tonne de fromage. A cet effet, la recherche d'autres agents coagulants, s'est accentué pour aboutir à des produits donnant les mêmes fromages que ceux à la présure de veaux à un prix de revient inférieur **(Alais 1984).**

Dans le monde agroalimentaire, les industriels cherchent toujours de produire des nouveaux produits alimentaires telles les plantes qui sont utilisées depuis toujours pour la fabrication des fromages traditionnels Algériens principalement la ficine du figuier ; en proposant aux consommateurs la diversité et en répondant à leurs besoins quotidiens. Ils servent aussi à inventer des nouvelles technologies utilisées : les machines, les matériaux ou encore le design de l'emballage **(Abdelli et Denidni, 2019).**

Les objectifs principaux de ce travail sont de formuler un fromage coagulé par le latex du figuier destiné aux gens qui s'intéressent à ce type d'aliments ; de répondre à la problématique de la recherche et satisfaire le besoin du consommateur et qui généralement correspond à toutes les catégories du consommateur Algérien ; et de proposer des nouveaux produits sur le marché national ; et en dernier lieu

d'encourager la production de ce type de produits dans les industries agroalimentaires.

Ce travail est réparti en trois parties, à savoir une partie recherche bibliographique, expérimentale et une interprétation des résultats.

PARTIE I
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LAIT DE VACHE

I.1. Généralités

Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ces produits apportent la plus grande part des protéines d'origine animale. En effet, l'Algérie est le premier pays maghrébin en matière de consommation du lait et ses dérivés soit une consommation annuelle de 120 litres par habitant **(Sahli, 2013)**, et cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substitution aux viandes relativement chères et le soutien de l'Etat, qui sont autant de paramètres qui ont dopé la demande qui ne peut être satisfaite par la production laitière nationale.

Outre, l'Algérie est considérée comme le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. Selon le Ministère du commerce, la consommation nationale s'élève à environ 3,5 milliards de litres de lait par an **(Boukais, 2010)**. Cette augmentation donc demande une grande production industrielle du lait et ses dérivés

I.2. Définition

Le lait est un aliment de base pour de nombreux mammifères. Sa composition est captivante pour ces propriétés nutritionnelles et sa capacité de transformation en produits dérivés **(Bedjera, 2023)**.

Le lait est un produit caractérisé par ses propriétés physiques et chimiques et connu pour sa structure complexe, il est utilisé pour répondre aux besoins du consommateur en énergie et en nutrition. Le lait joue un rôle important dans le corps humain car il contient un grand nombre de calories, de sorte qu'un litre de lait en contient 750 calories, c'est un élément de grande valeur pour sa source de calcium et de graisse et bonne source de vitamines **(Maatouk, 2022)**.

I.3. Composition du lait

Le lait est constitué principalement de deux parties, la matière grasse qui est estimée à 04% de la composition globale du lait, présentée sous forme de globules gras diffusés dans le lait écrémé. La deuxième partie qui est le lait écrémé, dont l'eau est présente en raison de 87%. Les 13% restant représente les substances solubles dans l'eau.

Tableau 1: composition du lait selon (Romain et al. 2007)

Composition	Pourcentage
Matière grasse	04%
Glucide(lactose)	4,8- 5%
Protéines (caséine.)	3,2 - 3.5%
Azote non protéique	05%
Eau	87%

I.3.1. Les glucides

Les glucides dans le lait sont présentés sous deux formes, libre dont le lactose représente la majeure partie et les glucides associés aux protéines.

Le lactose présente 97% des glucides totaux, c'est un disaccaride composé de galactose + glucose, il est synthétisé à partir du glucose présent dans le sang, la galactosyl-transférase et l'a-lactalbumine, et hydrolysé par la β -galactosidase (Romain et al., 2007).

I.3.2. Les protéines

Les protéines sont présentes dans le lait en rapport de 2.3 à 3.5% de la composition global, ils sont répartis en deux parties qui sont présenté dans le tableau 02.

Tableau 2: proportions des protéines dans le lait (Tamime et al., 2002), (Romain et al., 2007).

Protéines du lait		Poids moléculaire	%desprotéines globales
Caséines		19-25 KDa	80%
Protéines sériques	β-lactoglobuline	18,3 KDa	0,2à0,4
	L'a- lactoglobuline	14,1 KDa	0,1à0.15
	Bovine sérum albumine	66 KDa	0,01à0,04
	Immunoglobulines	28 KDa/50à70 KDa	0,06à01
	Lactoferrine	75 KDa	/

I.3.3. La matière minérale

Les matières minérales sont représentées dans le lait à une proportion variant de 8 à 12 grammes par litre. C'est une fraction mineure par rapport aux lipides, glucides et protides, mais leur importance est considérable. Les matières salines les plus importantes sont les citrates, le calcium, le phosphore et les chlorures. Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux (Tableau 3).

Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Souheila, 2011)

Tableau 3: composition minérale du lait (Jeantet et al. 2017).

Éléments minéraux	Concentration (mg.kg ⁻¹)	Concentration (mmol.kg ⁻¹)
Calcium	1043-1283	26-32
Magnésium	97-146	4-6

Phosphate inorganique	180-1805	19-23
(Phosphore totale)	930-992	30-32
Citrate	1323-2079	7-11
Sodium	391-644	17-28
Potassium	1212-1681	31-43
Chlorure	772-1207	22-34

I.3.4. Matière Grasse

Le lait de vache, comme le lait de femme, contient environ 35 g/L de lipides. Les lipides du lait sont en partie synthétisés dans la glande mammaire. Le fait que le lait de vache présente un rapport acides gras saturés/acides gras insaturés bien plus élevé que celui de la nourriture végétale ingérée par l'animal s'explique toutefois aussi par le fait que des acides gras non saturés sont hydrolysés dans le rumen de la vache, sous l'influence des bactéries **(CodouLatyr, 1997)**

I.4. Caractères nutritionnels du lait de vache

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animal peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale **(FAO, 2010)**.

CHAPITRE II LES FROMAGES

II.1 Généralités

Le fromage a peut-être été l'un des premiers aliments industriels consommés par les humains. L'histoire enregistre son utilisation il y a plus de 4000 ans (**Ribeiro et Ribeiro 2010**), La fabrication du fromage est une industrie majeure dans le monde entier (**Carrascosa et al., 2016**), La production de fromage dans le monde est principalement pratiquée dans les fromageries, mais dans certaines régions, la production à petite échelle, selon les méthodes traditionnelles (**MorenoIndias et al., 2009**) utilisant du lait cru prédominant (**Medjoudj et al., 2018**).

II.2 Historique

La première utilisation d'un fromage comme aliment est inconnue. Les ethnologues tiennent la preuve que l'homme connaît depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait. Cependant, l'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine. On s'entend pour dire que le fromage serait originaire du Sud-Ouest Asiatique et daterait d'environ 8000 ans (**St-Gelais and Tirard-Collet, 2002**).

II.3 Définition

Le fromage, est un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières, utilisé seul ou en mélange et coagulé en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse. La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 grammes par 100 grammes de fromage (**Jeantet et al., 2008**). Le fromage est une forme de préservation des nutriments essentiels du lait et constitue une excellente source de nutriments tels que les protéines, les matières grasses, les minéraux et les vitamines (**Raghunath et al., 2014**). A l'échelle mondiale, il existe environ 1000 variétés de fromages différents (**Irlinger et Mounier 2009**).

II.4 Fabrication

La fabrication fromagère est l'agglomération des éléments protéiques du lait, principalement de la caséine qui emprisonnent les autres constituants et ensuite, de l'agglomération de morceaux de caillé moulés. Un écoulement de la phase liquide associé à l'agglomération, composée de l'eau du lait et des éléments solubles emprisonnée dans des pores puis libérée. La fabrication comprend trois étapes :

- A. La coagulation du lait (formation d'un gel de caséines)
- B. L'égouttage (déshydratation partielle du gel) qui aboutit à un caillé
- C. Le salage.

Ces étapes concernent les fromages frais. Le reste des fromages subissent en plus une étape d'affinage, ce sont les fromages affinés (**Luquet, 1990**).

A. La coagulation

Tout d'abord, le lait va être caillé c'est l'étape de la coagulation. Les protéines du lait, ou caséines, vont coaguler afin de rendre la matière plus consistante et solidifier le lait. Cela se fait par acidification naturelle des ferments du lait. Ce processus peut être accéléré en ajoutant de la présure qui est une enzyme issue de la caillette (partie de l'estomac des jeunes veaux nourris exclusivement au lait). Les caséines vont ainsi, par ce procédé, être prédigérées. Le lactose, qui est le sucre naturel du lait, va être transformé partiellement ou totalement en acide lactique (**Goudebranché et Camier-Ca, 2001**).

- **La coagulation acide**

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (**Mietton, 1995**).

- **La coagulation enzymatique du lait**

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de

coaguler le lait. Il faut également prendre en considération leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui permet d'hydrolyser les caséines α et β avec libération de peptides (Mietton, 1995).

- **La coagulation par les extraits de plantes**

La coagulation du lait peut venir de pratiques que l'on retrouve partout dans le monde, par l'emploi, non pas d'acide lactique ou d'enzymes animales, mais d'extraits végétaux. Il existe, dans divers pays, des plantes qui ont la capacité de fournir des enzymes ayant la propriété de coaguler le lait. D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie, car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique excessive et produisent des fromages amers. (Froc, 2001)

En Algérie l'utilisation des fleurs du chardon, de l'extrait de l'artichaut, des graines de citrouille, ou encore la sève du figuier sont des pratiques connues dans la production du Jben traditionnel.

Plusieurs végétaux sont utilisés pour la fabrication du fromage notamment le latex de figuier.

B. L'égouttage

L'égouttage du caillé consiste à une déshydratation partielle du gel ou de caséine, obtenu par séparation d'une partie du lactosérum. Il correspond à une séparation physique entre solide et liquide. Le gel obtenu par la floculation des caséines étant instable, il se transforme rapidement à la suite de la contraction des micelles, ce qui provoque l'expulsion de la phase liquide hors du caillé. Ce phénomène appelé synérèse permet de séparer le caillé, contenant la caséine et la matière grasse, du sérum qui contient le lactose, des minéraux et les protéines solubles du lait. L'égouttage peut être spontané ou amélioré par pressage, par découpage et par brassage (Guiraud, 1998 ; St-Gelais and Tirard-Collet, 2002).

C. Le pressage

Le pressage implique l'application d'une pression externe sur le caillé. Dans la pratique ancienne, le pressage était accompli en appuyant sur le caillé à la main ou en plaçant un poids tel qu'une pierre sur le dessus du caillé pendant qu'il égouttait. Certains fromages sont dits « nonpressés » parce que le drainage par gravité seul

est utilisé pour tricoter les particules de caillé ensemble. Le pressage aide à expulser le lactosérum et favorise une fusion plus complète des particules de caillé, résultant en une texture de fromage plus fermée avec moins d'ouvertures. Plus tard, les fromagers ont développé une variété de dispositifs de pressage qui pourraient appliquer des pressions beaucoup plus élevées au caillé, permettant ainsi la production de gros fromages avec des textures très fermées et compactes et des surfaces serrées (**Donnelly, 2014**).

D. Salage

Dans la plupart des fabrications, entre l'égouttage et l'affinage, se situe l'opération de salage qui représente à la fois un complément d'égouttage et un facteur important de la maîtrise de l'affinage par action sur l'activité de l'eau. Le sel ajouté au fromage permet de rehausser la saveur finale mais il fait plus :

Il complète l'égouttage sous l'effet de la pression osmotique

- Il arrête l'acidification du caillé et prévient une déminéralisation excessive de la pâte
- Il contrôle le développement des bactéries nuisibles ou pathogènes et

Sélectionne le développement des micro-organismes utiles à l'affinage.

La technique de salage couramment utilisée consiste, après le démoulage, à saupoudrer ou à frotter régulièrement chacune des surfaces du fromage avec du sel. Cette technique à sec évite de mouiller la surface et permet de l'assécher et de faire la croûte. Par contre, elle entraîne une baisse de rendement et des fluctuations dans la teneur finale en sel. Elle est utilisée pour des fromages de type suisse, comme le gruyère, et pour des fromages fermiers de chèvre. Une autre possibilité est la méthode en saumure (**St-Gelais and Tirard-Collet, 2002**).

E. L'affinage

L'affinage se caractérise par des transformations biochimiques des constituants du caillé, essentiellement sous l'action d'enzymes microbiennes. L'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants protéiques et lipidiques du caillé égoutté qui lui conférera à la fin une texture et une saveur caractéristique selon le type de fromage recherché (**St-Gelais and Tirard-Collet, 2002**).

A l'exception des fromages à pâte fraîche, tous les types de fromages sont affinés. La finition, ou affinage, est le processus par lequel le fromage non affiné est transformé où « affiné » jusqu'à son état de pleine maturité. La finition nécessite souvent une combinaison spécifique de conditions environnementales (température, humidité, environnement physique, présence d'une microflore indigène spécifique, etc.) et de manipulations physiques (frottement, grattage, retournement, lavage, etc.) qui sont effectuées par le fromager ou l'affineur (une personne qui se spécialise dans l'art de la finition). La finition peut prendre des semaines, des mois ou des années selon le fromage.

Le processus d'affinage qui se produit peut-être largement en deux, le corps (ou l'intérieur) du fromage et la surface. Dans le corps du fromage, des sous-zones d'affinage peuvent également se développer en raison des gradients de sel et d'humidité qui se forment pendant le salage ou des gradients de pH qui se développent pendant le vieillissement. D'un point de vue microbiologique, le corps et la surface du fromage représentent généralement des environnements, le premier devenant très anaérobie lors de l'affinage et le second restant aérobie. Une exception importante à ceci est lorsque le fromage est pré-emballé et affiné dans un film barrière imperméable à l'oxygène, auquel le corps et la surface restent anaérobies (Fox et al. 2004 ; Khelaifia et al., 2020).

II.5 Classification des fromages

Classification du codex alimentaires La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex alimentaire **CODEX STAN A-6-1978** est obtenue après application des trois formules suivantes :

Formule I : Selon la fermeté qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 % d'où la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).

Formule II : La deuxième classification est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.

Formule III : La troisième classification les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage.

II.6 Les différents types de fromages

Selon la technologie utilisée, différents types de fromages sont distingués et résumés dans le tableau (Guiraud 1998).

Tableau 4: différents types de fromages

Erreur ! Aucune entrée de table des illustrations n'a été trouvée.

Pâte	Caractéristique	Technologie de fromage	exemple
Fromage frais ou pâte fraîche	-Humidité est très élevée :70-75% -absence affinage -sont conservé au froid	-fromage a égouttage obtenue par centrifugation ou filtration -subissent une fermentation lactique.	-petit-suisse
Fromage a pâte molle	Les fromages a pâte molle a croûte moisie Les fromages a pâte	-l'égouttage est lent est réalisé par un simple découpage et éventuellement un brassage	Camembert
	molle a croûte lavée	- fromages obtenue par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique -humidité 50-55%	Munster
Fromage a pâte pressée	À pâte pressée non cuit	- fromages obtenue par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique -humidité 50-55%	Cantal
	À pâte pressée cuit	-fromages obtenue par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique obtenue par égouttage avec découpage du caillé. brassage et pression Humidité est moyen 45-	

		50%	
Fromage fondues	Humidité 40-70%	Ils 'agit de préparation issues de la fonte de fromage s généralement à pâte pressée	coupe

II.7 Diagramme de fabrication du fromage

MOULAGE

Le fromage est mis en moule
(Tailles et forme variables).

AFFINAGE Le fromage fermente et mûrit en cave d'affinage dans des conditions de température et d'humidité qui lui sont propres la durée varie selon les familles de fromage

Fromages affinés

II.8 Fromage frais

II.8.1 Définitions

Les fromages frais sont des fromages à égouttage lent, fabriqués à partir de laits ou de crèmes propres à la consommation humaine. Ils résultent de la coagulation à prédominance lactique du lait, combinant souvent l'action des ferments lactiques à celle de la présure. Ces fromages se caractérisent par l'absence d'affinage après les étapes d'égouttage et de moulage. Tous les fromages frais ont une DLC de 24 jours **(Mahaut et al, 2000 ; Luquet et Corrieu, 2005)**. Les fromages frais regroupent des produits très variés en termes de matière grasse (entre 0 et 60 % par rapport à l'extrait sec) la matière sèche totale est supérieure à 15 %. Ils doivent renfermer une flore vivante au moment de la vente au consommateur **(Bourgeois et Larpent, 1996 ; Luquet et Corrieu, 2005)**.

II.8.2 Classification du fromage frais

L'égouttage lent se fait en sacs ou en filtres ou bien en cuves, mais les technologies modernes d'ultrafiltration ou de centrifugation du caillé maigre permettent d'obtenir un égouttage rapide. Les diverses technologies employées permettent de distinguer :

Fromages blancs moulés où le caillé garde son individualité à l'état de blocs ou de grains.

Fromages blancs frais à structure homogène : à l'extrait sec faible et à texture onctueuse comme les fromages battus ou lissés, à l'extrait sec plus élevé et texture à tartiner comme les petits suisses. **(choumane et kebilene ,2021)**

II.8.3 Composition et valeur nutritionnel du fromage frais

Le fromage est très riche de par sa composition, en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (Walther et al, 2008).

Tableau 5: composition moyenne d'un fromage frais pour 100g (Aissou, et Abbas, 2016)

Constituants	Fromage frais
Eau (g)	80
Glucides(g)	4
Lipides (g)	7.5
Protéines(g)	8.5
Calciums (mg)	100
Sodium (mg)	40
Vitamine A (UI)	170

CHAPITRE III LAIT DU FIGUIER

III.1 La figue

La figue est un fruit très anciennement connu dans le monde. Elle est commercialisée sous forme de figue fraîche ou de figue sèche. Les figues sèches nécessitent une teneur en glucides élevée qui ne peut être obtenue que par pollinisation, alors que les figues fraîches sont produites, en majeure partie par des variétés parthénocarpiques ne nécessitant pas de pollinisation (**Westerkamp et Gottsberger, 2000 ; Lev-Yadun et al., 2006**).



Figure 1:Fruit du figuier (**Vidaud, 1997**).

III.2 Classification botanique

Tableau 6:Classification botanique est la suivante (**JOSEPH J. ET RAJ S. J. (2011)**).

Embranchement	Phanérogames
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones

Sous classe	Hamamélidées
Série	Apétales unisexuées
Ordre	Urticales
Famille	Moraceae
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>Ficus carica</i>

III.3 Caractéristiques du figuier

- **Bourgeon terminal**

Le figuier est constitué d'un bourgeon terminal. Ce dernier est constitué de deux stipules correspondant à la dernière feuille mise en place. Dans ce bourgeon se trouve de 9 à 11 ébauches de feuilles avec leurs stipules (**Vidaud, 1997**).



Figure2:bourgeonnement de figuier (**Vidaud, 1997**).

- **Rameaux fructifères**

Le rameau est constitué d'un ensemble d'entre nœuds. Chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires. Leur disposition alternée, rarement opposée sur le rameau, est une spécificité de la famille des Moracées (**Vidaud, 19**).



Figure 3:Rameaux fructifère de figuier (**Vidaud, 1997**).

- **Feuilles**

Les feuilles du figuier sont très polymorphes, caduques, grandes et à nervation palmée. Elles sont larges (25 cm) et épaisses et fortement lobées (3 à 5 ou 7 lobes profonds selon les variétés). La face supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé.

Quant à la face inférieure, elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair (**Vidaud, 1997**).



Figure 4:Une feuille de l'espèce *Ficus carica*(**Vidaud, 1997**).

- **L'inflorescence et la fleur**

L'inflorescence du figuier est très particulière. Les fleurs de la figue sont hors de vue et groupés à l'intérieur des fruits verts (**Vidaud, 1997**).



Figure 5:Fleur à l'intérieur du fruit (Vidaud, 1997).

III.4 Lait de figue



Figure7: Liquide blanc du figuier (latex) (Vidaud, 1997).

Le latex est une suspension laiteuse ou une émulsion de particules dans un liquide aqueux , généralement maintenu sous pression dans des cellules végétales vivantes (Agrawal et Konno 2009), constitué de caoutchouc (Baby et Raj 2011),qui détriment du coût de la haute énergie, et est considéré comme un métabolite secondaire sans fonction connue dans les cellules végétales (Kim et al., 2003), de résine, l'albumine, sucre et acide malique, enzymes protéolytiques, diastase, estérase, lipase, catalase et peroxydase (Baby et Raj 2011),traditionnellement utilisé dans le traitement de la goutte, des verrues (Oliveira et al., 2010), les ulcères de la peau et les plaies (Baby et Raj 2011). Le latex de figuier contient environ 20% de gomme, 70% d'eau, 9% de Ficine et 1% d'autres matières sèches (Zare et al.,

2013), Et une grande quantité de polyphénols, de flavonoïdes et d'anthocyanes (Bouyahya et al., 2016).

CHAPITRE IV PLAND'EXPERIENCES

IV.1 Introduction

Le terme plan d'expériences" vient de l'anglais "Design of Expérimentes" qui se traduit par conception des expériences".

Les plans d'expériences constituent un essai technologique d'utilisation maximale des données (CHEKROUNE, 2008).

IV.2 Définition

Un plan d'expérience constitue une stratégie de planification d'expériences afin d'obtenir des conclusions solides et adéquates de manières efficaces et économique. La méthodologie des plans d'expériences est basée sur le fait qu'une expérience convenablement organisée, conduira fréquemment à une analyse et à une interprétation statistique relativement simple des résultats. (BELKADI et MAKKED, 2016).

IV.3 Facteur

Les variables que l'on désire étudier sont appelées facteurs. En général, un facteur varie entre deux bornes : la borne inférieure et la borne supérieure. Dans le langage des plans, on dit que le facteur varie entre le niveau bas (borne inférieure que l'on note souvent par -1) et le niveau haut (borne supérieure que souvent notée par +1). (TOUATI, 2019).

IV.4 Réponse

La réponse est la grandeur mesurée à chaque essai le plan vise à déterminer les facteurs influençant ou l'évolution de l'influence en fonction de ceux-ci. Cette grandeur est souvent mesurable comme la résistance à la compression,

l'affaissement et l'air occlus mais elle peut également être qualitative, par exemple une appréciation visuelle sur l'état d'une surface (**BELGHARBI et ABIB,2016**).

IV.5 Construction du plan d'expériences

La construction d'un plan d'expériences pour l'étude des effets des facteurs peut s'appuyer sur deux grandes familles de critères :

Les critères d'orthogonalité, la construction des plans se fait à partir de règles combinatoires.

Les critères d'optimalité, la construction des plans se fait à partir de règles algorithmiques (**MEGHACHOU, 2014**).

NB : Il existe plusieurs modèles de plans d'expériences et nous avons choisi celui de Box- Behnken.

IV.5.1 Plan de Box-Behnken

Box-Behnken (1960) ont introduit un type différent de plans d'expériences pour les modèles du deuxième ordre qui permettent l'estimation de certaines interactions.

Un plan de Box-Behnken est une fraction d'un plan factoriel complet qui permet d'estimer un modèle du second ordre.

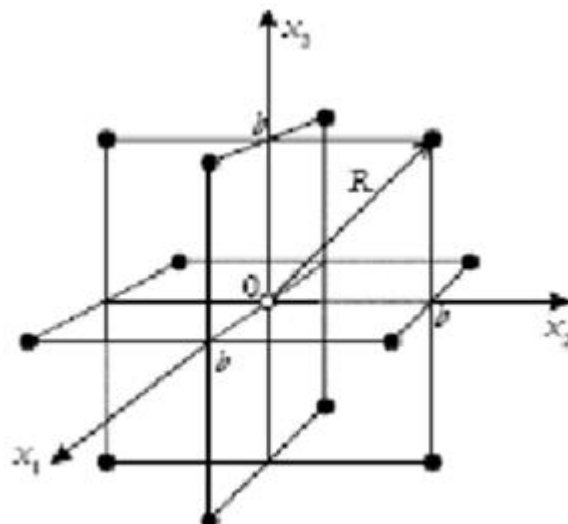
Un plan de Box-Behnken pour m facteurs est composé d'un plan en blocs incomplets équilibrés suivant un arrangement particulier de m traitements dans b blocs de taille k , et un plan factoriel à deux niveaux, complété par des points au centre. Dans chaque bloc, un certain nombre de facteurs est utilisé dont les combinaisons constituent le plan factoriel, pendant que les autres facteurs sont maintenus à leurs valeurs centrales. Dans ce plan les points expérimentaux ne se trouvent pas aux sommets du cube ou hypercube mais ils sont aux milieux des arêtes ou au centre des faces ou au centre des cubes, donc sur une sphère ou hypersphère de rayon constant R (figure 09).

Le plan de Box-Behnken pour 3 facteurs impliquent trois blocs, dans chacun, un plan factoriel 2^2 qui est représenté par chaque paire de traitement pendant que le

troisième facteur reste fixé à 0. Donc le plan de Box-Behnken de 3 facteurs possède 15 essais (12 arêtes et 3 points au centre).

Pour relier les facteurs à la réponse, une équation polynomiale du second degré est présentée ci-après :

Figure 7: Plan de Box-Behnken pour 3 facteurs



PARTIE II

EXPERIMENTALE

II.1 Présentation de l'organisme d'accueil « Eurl Sirine Industrie, «ESI»

Le Mont D'or est une entreprise créée en 2015, qui par la suite en 2019 s'est élargie et est devenue une fromagerie et une conserverie sous le nom de « Eurl Sirine industrie », et toujours sous le nom commercial " Le Mont D'or "

Ils proposent une large gamme de fromages, et préparations fromagères :

- Fromages fondus : « Trois fromages, Gouda, Edam, Masdam, Gratania ».
- Fromages en barre : Junior, et Premium.
- Fromages râpés
- Mozzarella
- Crème cheese.

L'entreprise« ESI » se trouve à Maasouma, groupe 311, section 09 hangar A.1 ETAGE. Blida. ALGERIE.

Aujourd'hui " ESI " rassemble 500 employés.

Durant ce stage au département de contrôle qualité, nous avons suivi le processus de production fromagères, ainsi que leurs contrôles de qualité.

II.2 Démarche expérimentale

Dans le cadre de cette démarche expérimentale, une élaboration d'une formulation d'un fromage à base d'un ferment végétal « latex du figuier *Ficus caria* », a été réalisé.

L'intégralité de ce travail est réalisée au niveau des laboratoires de l'institut des sciences et techniques appliqués ;le laboratoire de recherche, de l'université de BLIDA 1 et celui de l'ESI. Ce travail est basé sur les points suivants :

- Collecte du lait de vache et le latex du figuier.
- Etablissement d'un plan d'expériences
- Formulation d'un fromage à base d'un ferment végétal « le latex du figuier »
- Analyses physico-chimiques du lait.
- Analyses physico-chimiques du produit fini.
- Analyses microbiologiques du produit fini.
- Test rhéologique du produit fini.

II.3 MATERIEL ET METHODES

II.3.1 Matériel

➤ Matériel biologique :

Le matériel biologique comporte les différentes matières utilisées (lait de vache, latex de figue). **(Annexe 01)**.

• Matériel non biologique

L'ensemble du matériel et les appareils de mesure, les milieux de culture et les réactifs ainsi que les consommables utilisés lors des analyses microbiologiques et physicochimiques sont représentés dans (Annexe 01).

• Collecte du lait cru de vache

Le lait de vache a été collecté de la ferme d'élevage à la région de BLIDA, transporté dans une glacière à température de 4°C.

• Récupération du latex de figuier

La matière première végétale utilisée dans ce travail, le latex, récolté à partir des feuilles et branches, d'un figuier au début de mois de « Mai » dans la région de BLIDA ; et conservé au frais à 4°C.

- **Chlorure de sodium NaCl**

Un produit commercial, utilisé à titre de salage.

II.3.2 Méthodologie

Au niveau du laboratoire de microbiologie de l'ISTA ; et à partir du lait de vache cru pasteurisé à 90°C pendant 20 secondes au bain Marie (**Annexe 01**).



Figure08 : Pasteurisation de lait au bain mari.

Une préparation de 15 formules de fromage à base de LF, dont 2 répétitions, ont été élaboré.



Figure09:13 boites de fromage

Afin de minimiser au maximum toute source de contamination microbologique, toutes les manipulations ont été réalisées dans des conditions aseptiques

L'optimisation de la formulation d'un fromage à base d'un ferment végétal, a été établie à l'aide d'un plan d'expérience factoriel complet à trois facteurs et à trois niveaux.

Les facteurs pris en considération sont : la concentration de LF (de 100 à 300 μ L), la température de (30 à 40 °C), et le temps d'incubation de (10 à 20 min).

Les réponses à mesurer sont : Le pH, l'acidité titrable et le rendement massique.

A température ambiante, les boites identifiées, remplies de 40mL de lait traité sont inoculées au LF, à l'aide d'une micropipette.

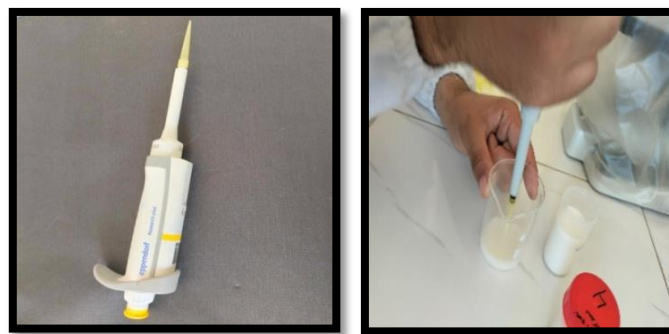


Figure12:Inoculation du lait de vache.



.Figure 10 : incubation dans l'étuve

NB : Dans le but de déterminer la fourchette des facteurs variés, une réalisation de tests préliminaires a été prise en considération.

Première étape : fixation de la température et le temps et la variation du volume de lait de figuier.

Deuxième étape : fixation du volume de lait de figuier et le temps variation de la température.

Troisième étape : fixation de la température et volume de lait de figuier et variation le temps.

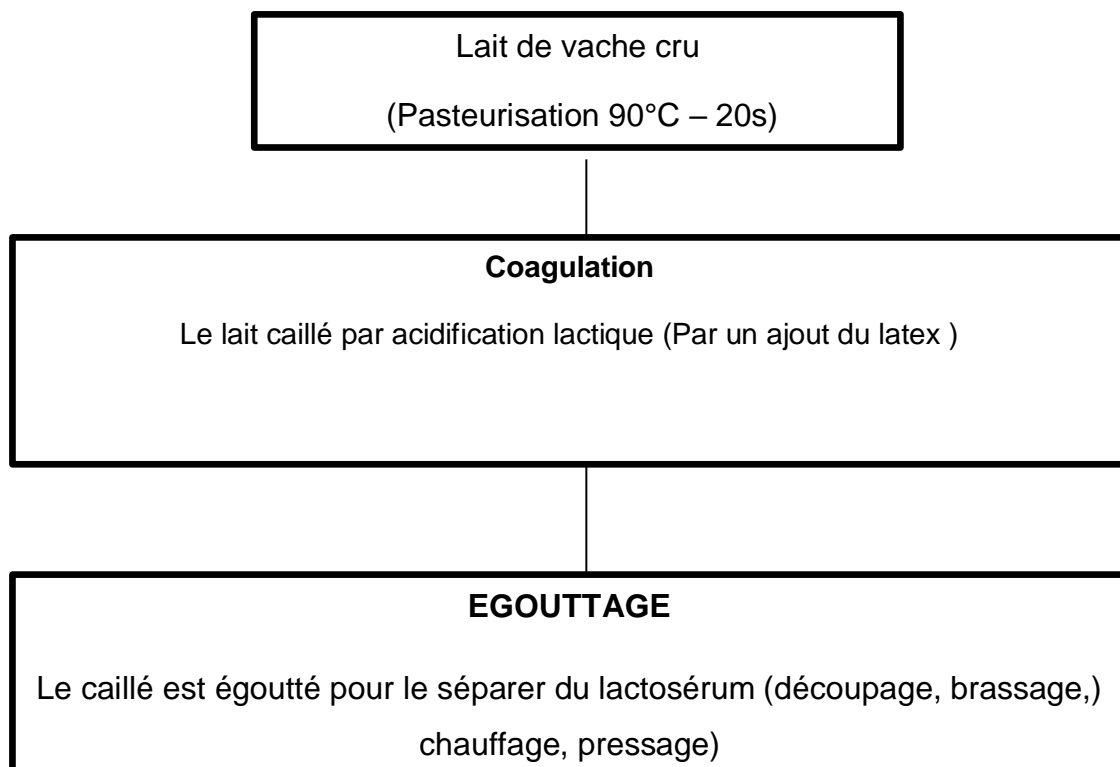
Les facteurs modélisant le système sont représentés dans le modèle suivant :

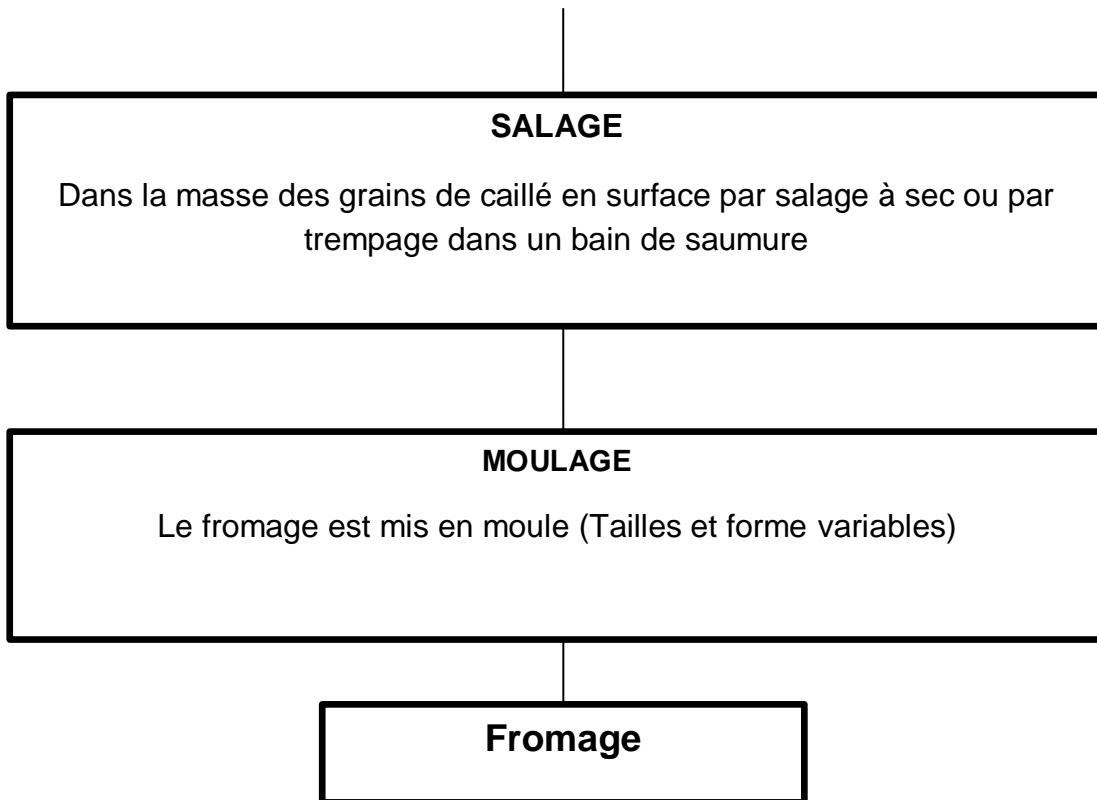
Tableau 7:les valeurs des différents facteurs modélisant le plan d'expérience

D'essai	Variables réelles			Variable codées		
	T(°C)	[C]	T(min)	T(°C)	[C]	T(min)
01	40	200	20	+1	0	+1
02	30	200	20	-1	0	+1
03	35	200	15	0	0	0
04	40	200	10	+1	0	-1
05	35	200	15	0	0	0
06	40	300	15	+1	+1	0

07	35	100	10	0	-1	-1
08	30	200	10	-1	0	-1
09	35	200	15	0	0	0
10	35	200	20	0	+1	+1
11	30	300	15	-1	+1	0
12	40	100	15	+1	-1	0
13	35	100	20	0	-1	+1
14	30	100	15	-1	-1	0
15	35	300	10	0	+1	-1

II.4 Diagramme de formulation du fromage à base d'un ferment végétal





II.5 Analyses physico-chimiques lait de vache traité

II.5.1 Mesure du pH :

Le pH par définition est la mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution. La mesure du pH, renseigne sur l'acidité du lait. Après analyse, la valeur du pH s'affiche directement sur le pH mètre

Le pH (AFNOR, 1993).

Principe

La mesure de l'activité des ions d'hydrogène (H^+) présents dans une solution

Mode opératoire

- L'échantillon à analyser
- Électrode de pH
- pH-mètre
- Solutions tampons de pH

- Bécher ou récipient approprié
- Agitateur ou spatule

Préparation de l'échantillon

Vérifier que l'électrode de pH est propre et en bon état de fonctionnement.

Si nécessaire, rincez l'électrode avec de l'eau distillée pour éliminer toute contamination

Assurer que l'échantillon est à température ambiante avant de procéder à la mesure.

Prélevez un échantillon représentatif du lait cru traité, avec une éprouvette graduée.

Insérer l'électrode de pH dans l'échantillon jusqu'à ce qu'elle soit immergée d'environ 1 à 2 centimètres.

Attendre que la mesure se stabilise et enregistrer la valeur du pH affichée sur le pH-mètre ou le dispositif de mesure de pH.

Si nécessaire, ajustez l'électrode pour garantir une mesure précise selon les instructions du fabricant.

II.5.2 Mesure de l'acidité titrable. (AFNOR, 1993)

Définition

L'acidité titrable est exprimée conventionnellement en mg d'acide citrique par 100 g de matière fraîche **(AFNOR ,1986)**

Principe

L'acidité titrable est réalisée par un titrage du filtrant par l'hydroxyde de sodium 0.1N en présence d'un indicateur coloré phénolphtaléine, jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.

Mode opératoire

Dans un bécher mettre 25 ml d'échantillon et homogénéiser avec une baguette en verre.

Ajouter 4 gouttes de phénolphtaléine à 95% (V/V) à solution préparée.

Titrer par une solution basique NaOH (0.1N) jusqu'à au virage rose pâle persistante 30s.

L'acidité en degré Dornic, est indiquée par le nombre de dixième de mL de soude (N/9) utilisée. L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) et donnée par la formule suivante :

$$A = v \times 10$$

v : Volume en mL de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic)

II.5.3 Densité

Détermination de la densité C'est le rapport entre la masse d'un volume de lait et celle d'un même volume d'eau, elle est définie comme étant la masse volumique du lait, elle est exprimée en kg/l, on détermine la densité du lait d'un thermo-lactodensimètre (**Vierling, 2008**).

Nous remplissons l'éprouvette de manière que le lait déborde légèrement pour éliminer la trace de mousse, puis le lactodensimètre est plongé verticalement dans l'éprouvette. Après sa stabilisation, on prend la température de lait dans l'éprouvette et on note la densité.

La valeur de la densité du lait est obtenue par la formule suivante :

$$D = \text{densité brute à température } ^\circ\text{C} + 0.0002 \text{ (si } t < -20^\circ\text{C)}$$

II.6 Analyse physique-chimique de fromage

II.6 1 Détermination du pH

10g de fromage sont mélangés avec 90 ml d'eau distillée, puis homogénéisé. Le pH de l'échantillon est déterminé après une heure en utilisant un pH-mètre numérique où l'électrode a été insérée directement dans l'échantillon.

La valeur de pH de mélange est lue directement sur l'écran de l'appareil.

II.6 2 Détermination de l'acidité titrable

90 ml d'eau distillée stérile est chauffé à une température de 40°C, et ajouter 10 g de fromage finement broyé. Le mélange est bien homogénéisé, puis 10 ml de cette suspension est titré par la soude N/9, en présence de phénol phtaléine.

La phénolphtaléine indique la limite de neutralisation par changement de couleur (rose pâle).

Le résultat est exprimé en degré Dornic par gramme de fromage (°D/g).

1ml → 10°D

1°D → 0.01% d'acide

II.6 3 Rendement fromager

Le rendement fromager (Rf) représente le pourcentage du poids total du fromage (kg) par rapport au poids initial du lait (kg) (Libouga et al. 2006). Il est calculé comme suit :

$$RF (\%) = (\text{oidsdufromagepoidsdulait}) \times 10$$

II.6 .4 Détermination de l'extrait sec :

Nous avons utilisé un dessiccateur électrique (**ANNEXE N°2**).

Principe : Un dessiccateur électrique est un appareil utilisé pour sécher des échantillons en laboratoire en éliminant l'humidité.

Mode opératoire :

Préparer l'échantillon à sécher et le placer sur le plateau prévu à cet effet. Répartir uniformément les matières à contrôler sur le plateau.

Fermer le couvercle en veillant à ce que l'écart entre l'échantillon et le couvercle ne soit pas trop faible.

Sélectionner le programme de séchage souhaité (mode, température, critère d'arrêt). Les réglages peuvent être enregistrés sous un numéro de programme (0-9)

Démarrer le processus de séchage en appuyant sur la touche de démarrage. Le dessiccateur détermine continuellement le poids de l'échantillon et affiche le résultat

-Le séchage s'arrête automatiquement lorsque le critère d'arrêt est atteint (perte de poids constante sur 30 sec en mode AUTO, ou temps écoulé en mode temporisé).

-Le résultat final s'affiche en pourcentage d'humidité.

-Pour assurer la précision, il est important d'utiliser une quantité suffisante.

II.7 Test de rhéologie

Principe :

La rhéologie est la science qui étudie la déformation et l'écoulement de la matière, qu'elle soit solide, liquide ou viscoélastique. Le test rhéologique permet de caractériser les propriétés mécaniques des matériaux en fonction de contraintes et de déformations appliquées.

Mode opératoire :

1-Préparation de l'échantillon

Choix de l'échantillon : Sélectionnez un échantillon représentatif du matériau à tester.

Conditionnement de l'échantillon : Assurez-vous que l'échantillon est homogène. Pour certains matériaux, cela peut inclure un reconditionnement en termes de température ou de mélange.

Préparation de l'échantillon : Si nécessaire, prélevez une quantité appropriée de l'échantillon et placez-le dans un récipient ou sur une spatule pour faciliter son transfert vers le rhéomètre.

2- Montage de l'échantillon dans le rhéomètre

Choix de la géométrie : Sélectionnez la géométrie de mesure appropriée en fonction des propriétés du matériau et du type de test (par exemple, cône-plateau pour des liquides à faible viscosité, plaques parallèles pour des gels ou des pâtes, cylindres coaxiaux pour des liquides de moyenne à haute viscosité).

Installation de la géométrie : Fixez la géométrie choisie sur le rhéomètre. Assurez-vous qu'elle est propre et en bon état.

Chargement de l'échantillon : Placez l'échantillon sur la géométrie inférieure (ou dans le cylindre intérieur). Si nécessaire, utilisez une spatule ou une seringue pour un placement précis et évitez les bulles d'air.

3. Paramétrage du test

Configuration de l'appareil : Allumez le rhéomètre et lancez le logiciel de contrôle.

Sélection du type de test : Choisissez le type de test rhéologique que vous souhaitez réaliser (oscillatoire, flux, relaxation de contrainte, fluage, etc.).

Réglage des paramètres : Configurez les paramètres de test appropriés, tels que la température, la fréquence, l'amplitude de la déformation, le taux de cisaillement, etc.

Calibrage : Si nécessaire, calibrez le rhéomètre pour assurer des mesures précises.

4. Exécution du test

Lancement du test : Démarrez le test selon le protocole défini.

Surveillance : Surveillez le test pour vous assurer qu'il se déroule correctement. Certains tests peuvent nécessiter une supervision continue, surtout s'ils sont longs ou si l'échantillon est sensible à la température.

Collecte des données : Le rhéomètre enregistrera automatiquement les données de contrainte, de déformation, de viscosité, de modules viscoélastiques, etc.

5. Analyse des résultats

Téléchargement des données : À la fin du test, téléchargez les données collectées depuis le logiciel du rhéomètre.

Traitement des données : Analysez les données pour obtenir des informations sur les propriétés rhéologiques de l'échantillon. Cela peut inclure la création de courbes de flux, de spectres de fréquence, de courbes de relaxation, etc.

-Interprétation : Interprétez les résultats en fonction de vos objectifs expérimentaux ou industriels.

6. Nettoyage et maintenance

Nettoyage des géométries : Retirez l'échantillon restant des géométries et nettoyez-les soigneusement pour éviter toute contamination future.

Entretien de l'appareil : Suivez les recommandations du fabricant pour l'entretien régulier du rhéomètre afin de garantir sa longévité et sa précision.

Stockage : Éteignez l'appareil et rangez les géométries et les accessoires de manière appropriée.

II.8 Les analyses microbiologiques

Sur le plan microbiologique, une recherche et un dénombrement des microorganismes afin d'évaluer la sécurité sanitaire du fromage et de préserver sa qualité organoleptique.

Selon le journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire **N°39 de 8 Chaoual 1438 correspondant au 3 juillet 2017**, les germes recherchés sont les suivants : (ANNEXES 02)

Tableau 8: les germes recherchés

Germes recherchés	Milieu de culture	Incubation (Température et durée)
Coliformes totaux et	VRBL	24h à 48h à 37°C
Fécaux		24h à 48h à 44°C
Staphylocoques	Giolliti Cantonii	24h à 48h à 37°C
<i>Salmonella</i>	hektoen	18h à 24h à 35 à 37°C
<i>Listeria monocytogenes</i>	Agar palcam	24h à 48h à 37°C

II.8 .1 Préparation des dilutions

Principe

En vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume, et pour faciliter l'analyse microbiologique, une préparation de la dilution décimales (à partir de la solution mère) est nécessaire ;

II.8 .1.1 Préparation de la solution mère

1. Peser 25g de l'échantillon à analyser.
2. Ajouter 250 mL d'eau (TSE).
3. Homogénéiser la solution mère.

II.8 .1.2 Préparation des dilutions décimales

1. Prendre 1mL de la solution mère et la mettre dans un nouveau tube contenant 9ml de diluant (TSE) stérile.
2. Mélanger soigneusement ; pour obtenir la dilution 10^{-2}
3. Répéter ces opérations pour obtenir des dilutions nécessaires.

II.8 .2 Recherche et dénombrement de Les coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont des micro-organismes d'altération. Leurs présences indiquent une faute hygiénique relevant soit une mauvaise qualité du lait utilisé, soit la malpropre té du matériel de fabrication (**Larpen, 1997**).

Pour le dénombrement des coliformes, 100 μ L de chaque dilution a étéensemencées sur le milieu VRBL. Les boites ont été incubées à 37 °C pendant 24h pour les coliformes totaux alors que ceux fécaux sont incubés à 44°C pendant 48h. Le dénombrement des microorganismes par du lait et du fromage se fait selon la formule dessous (**Guiraud, 1998**).

$$N = \frac{\sum C}{V(n+0.1n^*)*d}$$

N : nombre d'UFC par (g) ou (ml) de produit initial.

ΣC : la somme des colonies des boites interprétables.

V : volume de solution déposé par (ml).

n: nombre de boite considéré à la première dilution retenue.

II.8 .3 Recherche et dénombrement de Staphylocoques

Mode opératoire

1 .Préparation du milieu d'enrichissement

-Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de GiollitiCantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de téllurite de Potassium.

-Mélanger soigneusement, le milieu est alors prêt à l'emploi.

2. Ensemencement

A partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile

Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement

3. Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

4. Lecture

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulasse.

5. Expression des résultats

Si à la dilution 10^{-3} , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, mais à l'isolement sur Chapman, il n'y a pas de colonies caractéristiques ; ce tube est considéré comme négatif.

Si par contre à la dilution 10^1 , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, et à l'isolement, il y a des colonies caractéristiques, il faut tenir compte de la dilution en

question, car le nombre réel de *Staphylococcus aureus* correspond à l'inverse de la dilution (Guiraud, 2003).

II.8 .4 Recherche et dénombrement de *Salmonella*

Micro-organisme formant des colonies typiques sur des milieux sélectifs solides et possède des caractéristiques biochimiques et sérologiques décrites lorsque les essais sont effectués conformément à la présente méthode. En générale, la recherche des salmonella nécessite 3 phases successives

Pré-enrichissement : on inocule 25g de l'échantillon de 225 ml d'eau peptones à une température ambiante.

- Incubation pendant 24h à 37°C.
- Enrichissement : repiquage de 0.1 ml et étaler sur la gélose hektoen.
- 24 Cas de présence : apparence des colonies transparente avec un centre noir, selon (JORADZN°42.2005).

II.8 .5 Recherche et dénombrement de *Listeria monocytogène*.

Est une bactérie saprophyte à gram positif qui se nourrissent des déchets qu'ils soient humains ou végétaux, largement répandue dans la nature ; responsable d'infection sporadique qualifie ce qui touche seulement quelques individus au sein d'une population, cas par cas sans qu'il se forme une chaîne de transmission continue, les bactéries se prolifèrent facilement sur le milieu ordinaire entre 4°C et 45°C.

- Pré-Enrichissement : 1g de l'échantillon à 9 ml de Frazer au 1/2 ensuite,
- Enrichissement secondaire : on inocule 0.1 ml dans 10 ml dans un bouillon Frazer à 37°C.
- Puis l'isolement sur la gélose PALCAM pendant 24h à 37°C.

La lecture ; repiquer 5 colonies sur TSAYE à 37°C / 24h

Si le résultat est positif on observe, des colonies vertes –olive concaves et entourées d'un halo noir. (JORADZ N°45.2009).

PARTIE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1.Résultats de plan d'expérience

Au terme de ce travail 13 fromages notés de A jusqu'à O ont été fabriqué en variant la concentration, la température de l'incubation, de lait de figue ajouté et le temps de l'incubation selon un plan d'expérience factoriel.

Le tableau suivant présente les résultats des analyses physico-chimiques du fromage selon un plan d'expérience factoriel.

Tableau 9 : Résultats d'analyses physico-chimiques des 13 formules.

	pH	Acidité (°D)	Rendement (%)
01	6.26	28	8
02	6.09	25	4.5
03	6.21	15	7.5
04	6.05	12	5.75
05	6.11	18	3.75
06	6.22	12	8.75
07	6.02	13	4.5

08	5.74	18	3.75
09	6.18	17	4.75
10	5.87	22	6.25
11	5.86	19	4.5
12	6.12	18	5
13	5.98	12	5.25

III.1.1.L'analyse de pH des fromages

L'analyse du pH des fromages a révélé des valeurs comprises entre 5,74 et 6,26 (Tableau 08). Les fromages 8 et 11, fabriqués à 30°C, présentent les valeurs de pH les plus faibles (respectivement 5,74 et 5,87), tandis que le fromage 01, élaboré à 40°C, affiche la valeur de pH la plus élevée (6,26).

Les résultats suggèrent une corrélation entre la température d'incubation et le pH final du fromage. Les fromages fabriqués à température plus basse (30°C) ont des valeurs de pH plus faibles, indiquant une acidité plus élevée. Cela peut s'expliquer par une activité accrue des bactéries lactiques à des températures plus fraîches, entraînant une production accrue d'acide lactique. En revanche, le fromage élaboré à température plus élevée (40°C) présente un pH plus élevé, suggérant une activité bactérienne moindre et une acidification réduite.

Au-delà de l'effet de la température, d'autres facteurs peuvent influencer le pH des fromages, tels que le type de lait utilisé, les cultures bactériennes employées, la durée d'affinage et les techniques de fabrication spécifiques.

Ces variations de pH contribuent à la diversité des saveurs, textures et arômes des différents fromages.

Le pH joue un rôle crucial dans la qualité du fromage en influençant sa texture, sa saveur et sa conservation. Un pH adéquat est essentiel pour le développement des caractéristiques organoleptiques souhaitées et pour prévenir le développement de micro-organismes nuisibles

III.1.2.L'analyse de l'acidité titrable des fromages

A révélé des valeurs comprises entre 12 et 28 degrés Dornic (°D), indiquant une variabilité notable de la concentration en acides entre les échantillons. Le fromage 01 se distingue par l'acidité titrable la plus élevée (28°D).

L'acidité titrable reflète la quantité totale d'acides présents dans les fromages, principalement l'acide lactique, mais aussi d'autres acides organiques tels que l'acide citrique et l'acide acétique. La variabilité observée entre les échantillons peut s'expliquer par des facteurs tels que le type de lait utilisé, les cultures bactériennes employées, la durée d'affinage et les techniques de fabrication.

L'acide lactique est l'acide majoritaire dans les fromages et résulte de l'activité des bactéries lactiques durant le processus de fermentation. Sa production contribue à l'acidité titrable du fromage et joue un rôle essentiel dans la formation de la texture, de la saveur et de la conservation du produit.

Le fromage 01 se démarque par son acidité titrable la plus élevée (28°D). Cela peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

Activité bactérienne accrue: Une activité bactérienne lactique plus importante durant la fermentation peut avoir conduit à une production d'acide lactique plus élevée.

Durée d'affinage prolongée: Un affinage plus long peut favoriser la dégradation des protéines et des sucres par les enzymes et les micro-organismes, entraînant une augmentation de l'acidité.

Type de lait ou de cultures: L'utilisation d'un lait naturellement plus acide ou de cultures bactériennes produisant davantage d'acide lactique peut également expliquer l'acidité élevée du fromage 01.

L'acidité titrable est un paramètre important pour la qualité du fromage. Un niveau d'acidité adéquat est nécessaire pour assurer le développement des caractéristiques organoleptiques souhaitées, la texture correcte et la conservation du produit. Une

acidité trop faible peut fragiliser le fromage et le rendre sensible au développement de micro-organismes nuisibles, tandis qu'une acidité excessive peut conférer un goût acide désagréable.

III.1.3.L'analyse le rendement des fromages

L'analyse des rendements fromagers révèle une influence significative des paramètres étudiés (température et temps d'incubation) sur la quantité de fromage obtenue. Les rendements varient entre 3,75% et 8,75% selon les combinaisons de température et de temps d'incubation employées.

III.1.4.Impact de la température d'incubation

Température plus élevée (40°C) ; nous observons une tendance générale à des rendements plus élevés pour les fromages fabriqués à 40°C par rapport à 35°C. Cela peut s'expliquer par une activité enzymatique et bactérienne accrue à des températures plus élevées, favorisant la coagulation du lait et la production de composés fromagers.

Température optimale: Le fromage (06) fabriqué avec 300 µl de LF, incubé à 40°C pendant 15 minutes, présente le rendement le plus élevé (8,75%). Cela suggère qu'une combinaison de température élevée (40°C) et d'un temps d'incubation court (15 minutes) favorise une production optimale de fromage dans les conditions expérimentales de l'étude.

III.1.5.Impact du temps d'incubation

Durée optimale: L'analyse ne permet pas de dégager de tendance claire concernant l'effet du temps d'incubation sur le rendement. Le fromage (01) avec 200 µl de LF, incubé à 40°C pendant 20 minutes, présente un rendement élevé (8%), tandis que le fromage (03) avec 200 µl de LF, incubé à 35°C pendant 15 minutes, affiche un rendement quasi-similaire (7,5%). Des analyses complémentaires avec des durées d'incubation plus variées seraient nécessaires pour déterminer l'effet optimal du temps sur le rendement.

III.1.6.Comparaison des rendements

Le fromage (06) se distingue avec le rendement le plus élevé (8,75%), suivi par les fromages (01) et (03) avec des rendements respectifs de 8% et 7,5%. Ces résultats suggèrent que la combinaison de 300 µl de LF et d'une incubation à 40°C pendant

15 minutes est particulièrement favorable à la production de fromage dans les conditions étudiées.

III.1.7.Facteurs influençant le rendement

Au-delà de la température et du temps d'incubation, d'autres facteurs peuvent influencer le rendement fromager, tels que la composition du lait, les caractéristiques des cultures bactériennes employées, le pH du milieu et les techniques de fabrication spécifiques. L'optimisation de ces paramètres combinés à la température et au temps d'incubation est essentielle pour maximiser le rendement fromager.

III.1.8Importance du rendement fromager

Le rendement fromager est un paramètre économique important pour la production fromagère, car il influence la quantité de produit final obtenue à partir d'une quantité donnée de lait. Une meilleure compréhension des facteurs influençant le rendement permet d'optimiser les processus de fabrication et d'améliorer la rentabilité des producteurs fromagers.

III.2.Résultats du planBox-Behnken

III.2.1Analyse des résultats

Les résultats des teneurs en pH, en acidité et en rendement des 15 essais, en ordre aléatoire en suivant le plan de Box-Behnken deuxième degré (BBD), sont présentés dans les annexes. Les réponses mesurées varient de 5.74 à 6.26 pour le pH, de 12 à 28 pour les L'acidité titrable. Par ailleurs, les réponses mesurées sont comparées aux réponses pré dites par le modèle.

III.2.1.1.Validation dumodèle

Les expériences conçues permettent d'explorer et de comprendre la relation entre les facteurs et les réponses envisagées. Afin d'avoir de bonnes réponses, plusieurs facteurs doivent être vérifiés.

A. Coefficient de détermination

Le coefficient de détermination R^2 permet de confirmer la qualité d'ajustement du modèle et la modélisation de la réponse (**Chan, et al., 2009**).

Dans la présente étude, les valeurs de R^2 des dosages d'acidité et de pH, sont respectivement 0,88 et 0,74, ce qui signifie respectivement que 12% et 26% des

variations qui ne sont pas expliqués par le modèle. En effet, plus ce dernier est proche de 1, le modèle explique mieux la réponse étudiée. De plus, les valeurs des coefficients de déterminations ajustés sont de l'ordre de 0,79 pour l'acidité et 0,55 pour le pH. Le $R^2_{\text{ajusté}}$ représente la valeur du coefficient de détermination R^2 après élimination des coefficients inutiles du modèle.

B. Analyse de la variance

L'analyse de la variance (ANOVA) des résultats a permis d'étudier l'importance des différents facteurs utilisés dans le modèle et de représenter graphiquement l'influence de chaque facteur sur les valeurs de pH et d'acidité.

Les analyses de la variance du modèle de régression pour les deux réponses (Tableaux suivants), montre que les modèles sont significatifs ($P < 0,05$).

Effect Estimates; Var.: Acidité(°D); R-sqr=,88164; Adj.: ,79286 (Spreadsheet75) 3 3-level factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=4,71875 DV: Acidité(°D)										
Factor	Effect	Std.Err.	t(8)	p	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt
Mean/Interc.	17,83333	0,627080	28,43870	0,000000	16,38728	19,27938	17,83333	0,627080	16,38728	19,27938
(1)Température (°C)(L)	1,75000	1,536026	1,13930	0,287539	-1,79208	5,29208	0,87500	0,768013	-0,89604	2,64604
Température (°C)(Q)	-4,00000	1,130484	-3,53831	0,007639	-6,60690	-1,39310	-2,00000	0,565242	-3,30345	-0,69655
(2)Concentration du latex (%)(L)	-1,50000	1,536026	-0,97655	0,357395	-5,04208	2,04208	-0,75000	0,768013	-2,52104	1,02104
Concentration du latex (%)(Q)	0,25000	1,130484	0,22114	0,830520	-2,35690	2,85690	0,12500	0,565242	-1,17845	1,42845
(3)Temps(min)(L)	10,25000	1,536026	6,67307	0,000157	6,70792	13,79208	5,12500	0,768013	3,35396	6,89604
Temps(min)(Q)	-0,50000	1,130484	-0,44229	0,669994	-3,10690	2,10690	-0,25000	0,565242	-1,55345	1,05345

Figure 12: Estimation des coefficients pour les teneurs en acidité titrable

Effect Estimates; Var.:pH; R-sqr=.74491; Adj.:.5536 (Spreadsheet75)										
3 3-level factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=6,6875										
DV: pH										
Factor	Effect	Std.Err.	t(8)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	107,3333	0,746520	143,7783	0,000000	105,6119	109,0548	107,3333	0,746520	105,6119	109,0548
(1)Température (°C)(L)	-2,5000	1,828592	-1,3672	0,208749	-6,7167	1,7167	-1,2500	0,914296	-3,3584	0,8584
Température (°C)(Q)	-0,0000	1,345808	-0,0000	1,000000	-3,1034	3,1034	-0,0000	0,672904	-1,5517	1,5517
(2)Concentration du latex (%)(L)	-1,0000	1,828592	-0,5469	0,599387	-5,2167	3,2167	-0,5000	0,914296	-2,6084	1,6084
Concentration du latex (%)(Q)	-6,0000	1,345808	-4,4583	0,002116	-9,1034	-2,8966	-3,0000	0,672904	-4,5517	-1,4483
(3)T(min)(L)	-2,0000	1,828592	-1,0937	0,305906	-6,2167	2,2167	-1,0000	0,914296	-3,1084	1,1084
T(min)(Q)	-0,5000	1,345808	-0,3715	0,719894	-3,6034	2,6034	-0,2500	0,672904	-1,8017	1,3017

Figure13: Estimation des coefficients pour les valeurs de pH

C. Effet d'interaction entre les facteurs

Effet des facteurs sur l'acidité titrable

- **Interaction Concentration du latex-Température**

La figure suivante montre la surface de réponse de l'optimisation de l'acidité titrable. Les valeurs de la concentration du latex et de la Température sont variées durant la construction du plan, tandis que le facteur temps est fixé.

Cette figure permet également de mieux illustrer l'effet quadratique de la température.

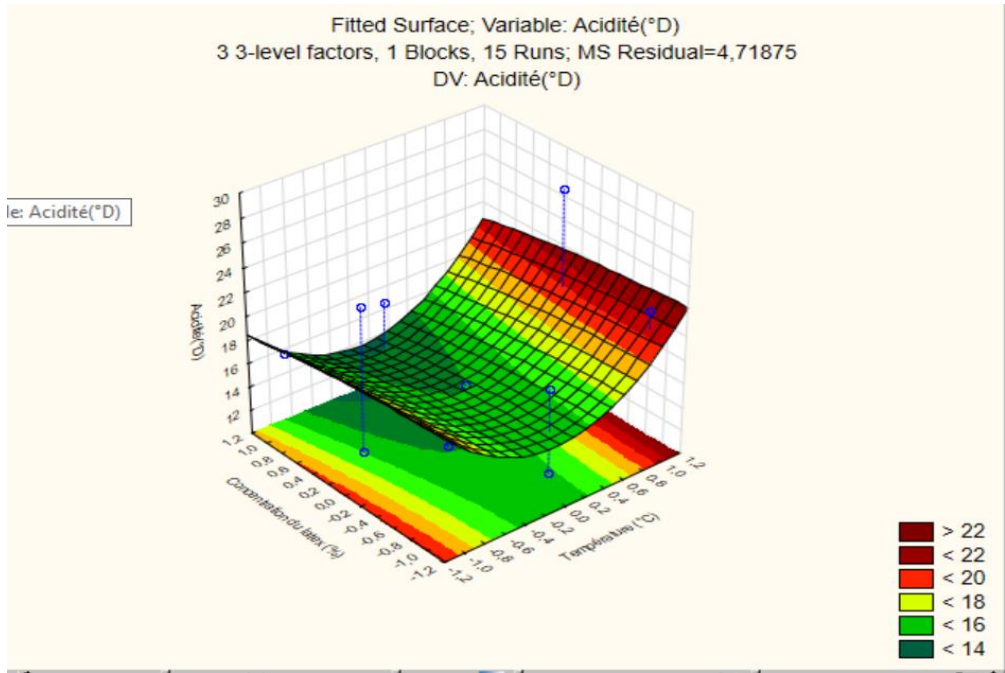


Figure14 :Surface de réponse de l'effet de la Concentration du latex et de la Température sur l'acidité titrable:

- **Interaction Température-temps**

La figure montre la surface de réponse de l'effet du Temps et de la température sur la teneur en acidité titrable. Les valeurs de la température et du temps sont variées durant la construction du plan, et le facteur concentration en latex est fixé. La figure montre l'effet significatif (linéaire) du temps ($p=0.0001$) sur l'acidité titrable, on effet, à n'importe quelle température, plus le temps augmente, plus l'acidité titrable augmente. De plus, la figure illustre l'effet quadratique de la température.

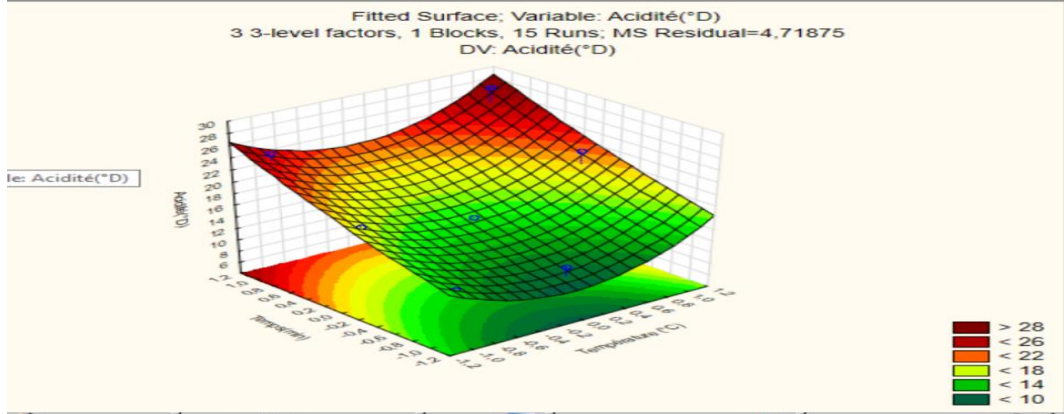


Figure15:surface de réponse de l'effet du temps et de la température sur l'acidité titrable

- **Interaction Temps-Concentration en Latex**

L'interaction entre ces deux paramètres est non significative et cela en raison de sa probabilité qui est supérieure à 0,05. La figure montre aussi l'effet non significatif ($p=0.35$) de la concentration en latex sur l'acidité titrable. De plus, il a été constaté, que plus le temps augmente, plus l'acidité titrable augmente, et cela à n'importe quelle concentration

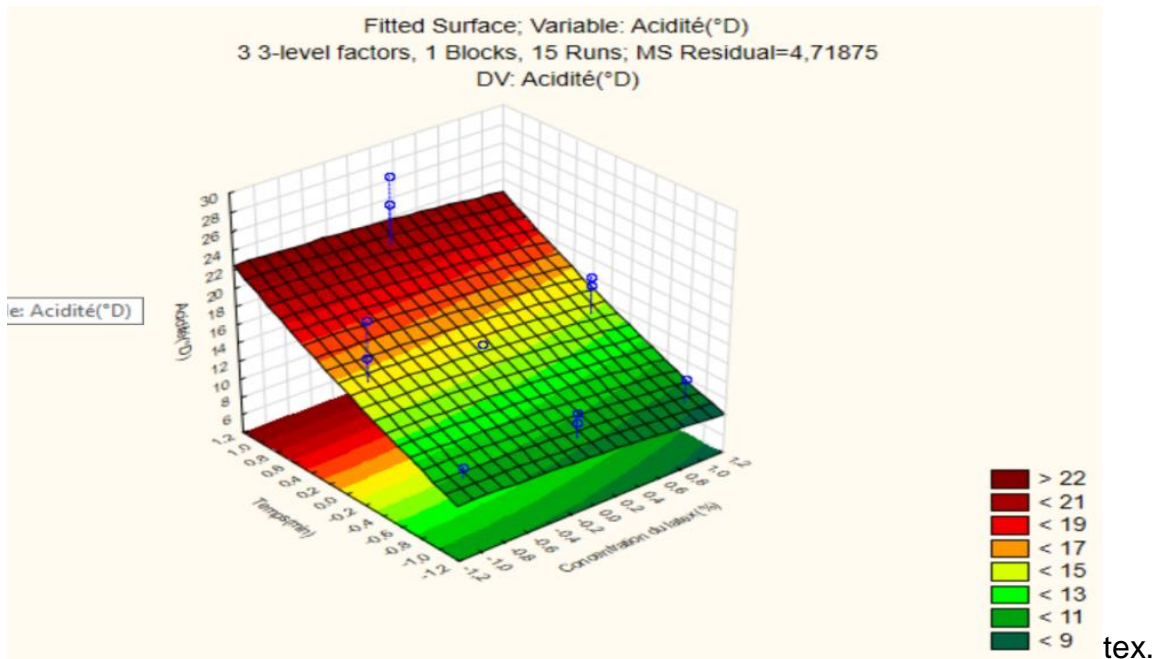


Figure16: surface de réponse de l'effet du temps et de la concentration en Latex sur l'acidité titrable

- **Effet des facteurs sur le pH**

Interaction Concentration du latex-Température

La figure montre la surface de réponse de l'optimisation du pH. Les valeurs de la Concentration du latex t de la Température sont variées durant la construction du plan, tandis que le facteur temps est fixé.

Cette figure permet également de mieux illustrer l'effet quadratique de la concentration en Latex sur le pH ($p=0.002$)

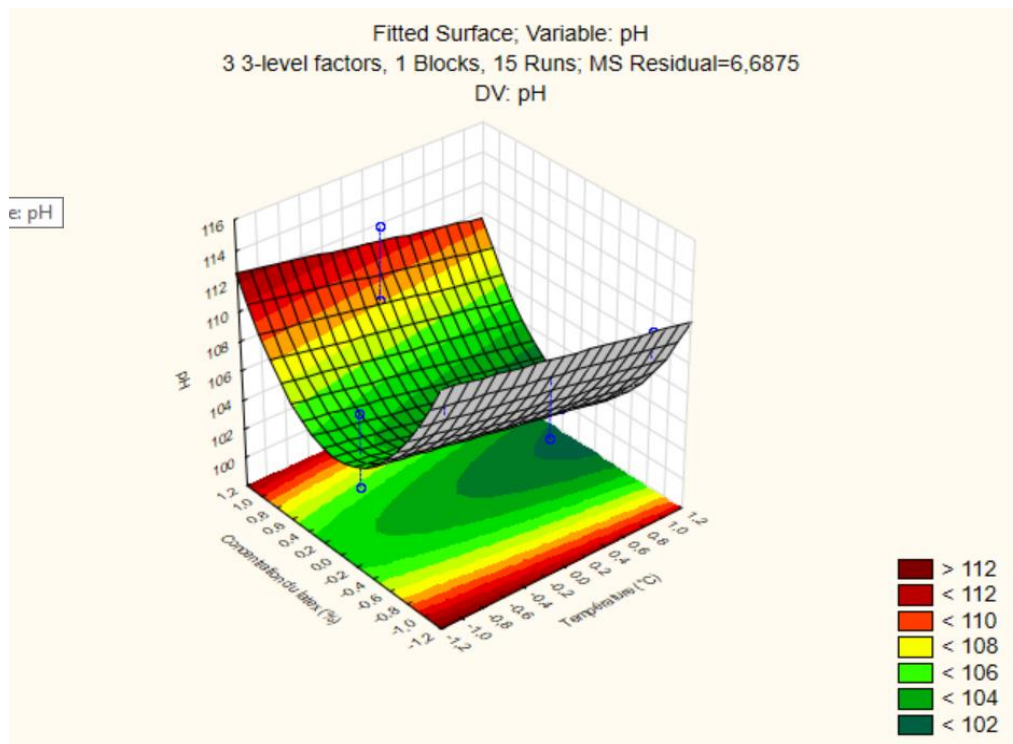


Figure17: surface de réponse de l'effet de la Concentration du latex et de la Température sur le pH

Interaction Température-temps

La figure montre la surface de réponse de l'effet du Temps et de la température sur la valeur du pH. Les valeurs de la température et du temps sont variées durant la construction du plan, et le facteur concentration en latex est fixé. La figure montre l'effet non significatif des deux facteurs temps, température sur le pH ($p > 0.05$).

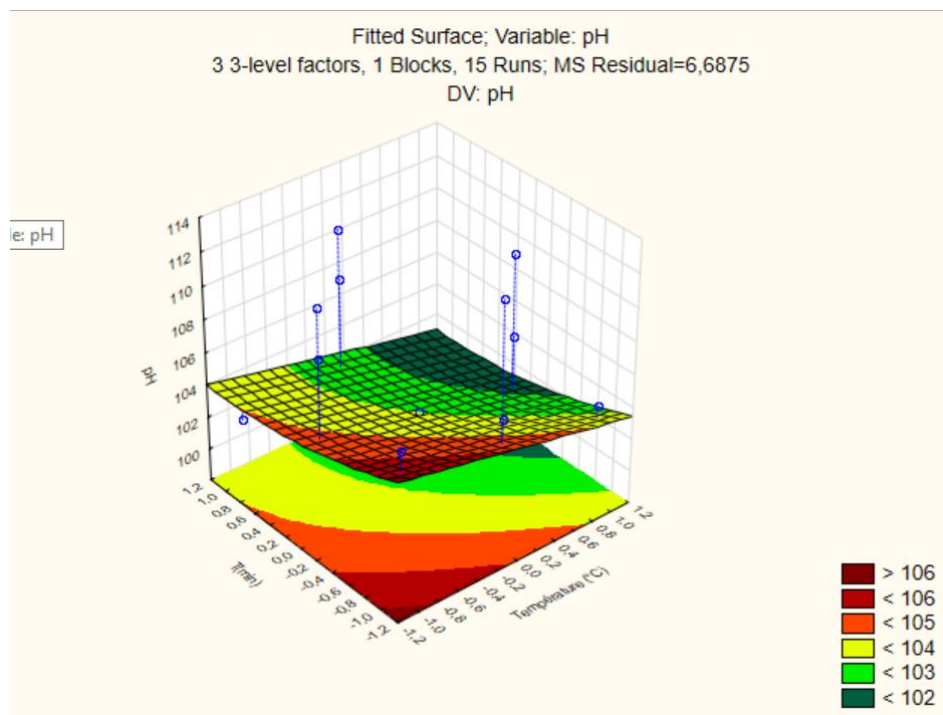


Figure18: surface de réponse de l'effet du temps et de la température sur le pH

Interaction Temps-Concentration en Latex

L'interaction entre ces deux paramètres est non significative et cela en raison de sa probabilité qui est supérieure à 0,05. La figure montre aussi l'effet quadratique significatif ($p < 0.05$) de la concentration en latex sur le pH, tandis que le temps a un faible effet (non significatif) sur la valeur du pH.

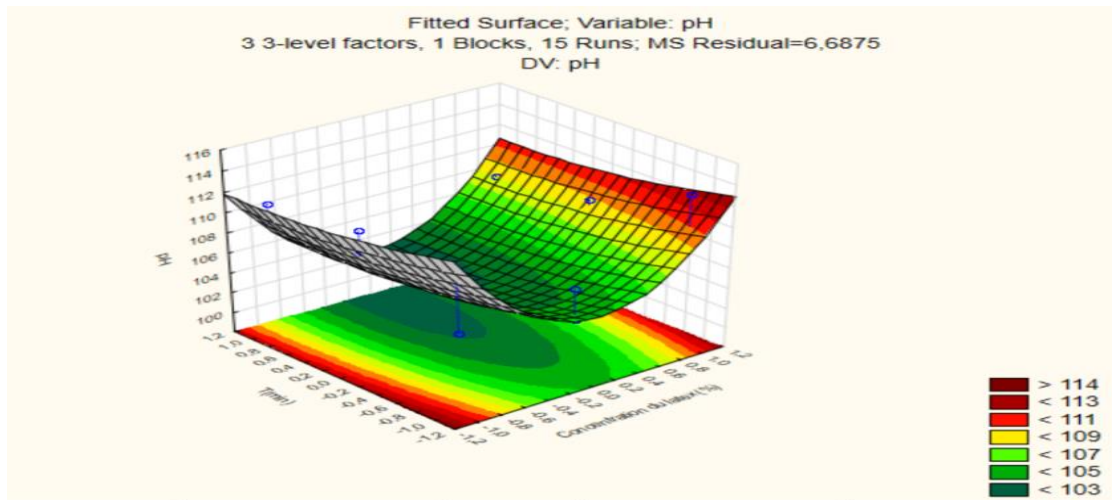


Figure 19: surface de réponse de l'effet du temps de la concentration en Latex sur le pH

III.3.Optimisation

Cette étude montre qu'un model polynomial d'ordre deux peut modéliser correctement les phénomènes. Il apparait que les conditions expérimentales optimales, c'est à-dire celles conduisant à des maximisations des teneurs en acidité titrable et à minimiser le pH du fromage sont obtenues au sein du domaine expérimental.

Les conditions optimales qui correspondent à ces conditions sont représentées dans le tableau IX.

Tableau 10: les conditions expérimentales Optimales

Facteurs (optimaux)	Valeurs
Temperature	40C°
Temps	15 min
Concentration en Latex	300 ũl

Conclusion

Pour conclure cette étude sur l'optimisation des paramètres de formulation d'un fromage utilisant du latex, il est clair que l'approche méthodologique employée, notamment l'utilisation des plans d'expériences de Box-Behnken, a permis de modéliser efficacement les interactions complexes entre les facteurs étudiés.

Les résultats montrent que les conditions expérimentales optimales pour maximiser l'acidité titrable et minimiser le pH du fromage ont été identifiées au sein du domaine expérimental testé. Les coefficients de détermination (R^2) indiquent une bonne qualité d'ajustement du modèle, bien que des variations non expliquées subsistent, respectivement de 12 % pour l'acidité et 26 % pour le pH. Les analyses de la variance ont confirmé la significativité des modèles utilisés pour les réponses étudiées, et les effets des différents facteurs sur les réponses ont été graphiquement représentés et analysés.

En particulier, il a été démontré que la température et la concentration en latex ont des effets significatifs, tandis que le temps a montré un effet non significatif sur le pH. Pour l'acidité titrable, une augmentation du temps conduit à une augmentation de l'acidité, indépendamment de la concentration en latex.

En somme, cette étude a permis de définir des conditions expérimentales optimales, favorisant une meilleure compréhension et un contrôle accru des processus de formulation du fromage à base de latex. Ces résultats sont essentiels pour améliorer la qualité du produit final tout en assurant une production plus efficiente et cohérente.

Pour des travaux futurs, il serait intéressant d'explorer d'autres variables potentiellement influentes et d'affiner encore davantage les modèles pour obtenir des prédictions encore plus précises et robustes. De plus, l'application de ces résultats dans un contexte industriel pourrait permettre d'optimiser encore davantage la production et d'évaluer la viabilité commerciale de ce nouveau type de fromage.

III.4. Analyses physico-chimiques de lait de vache

Le tableau suivant présente les résultats des analyses physico-chimiques de lait cru de vache.

Tableau 11 : résultats des analyses physico-chimiques du lait de cru de vache

Echantillons	1	2	3	Moyenne	Norme de l'entreprise
Analyses					
pH	6.30	6.35	6.31	6.32	6.3-6.8
Acidité titrable(°D)	18	16	16	16.66	15 - 17
Densité	1.030	1.029	1.031	1.030	1.030-1.034

Norme de l'entreprise. (Annexe 02)

PH

Le pH comme un paramètre important pour évaluer la fraîcheur du lait. En effet, la valeur du pH renseigne sur l'activité microbienne présente dans le lait :

- **pH élevé (supérieur à 6,6):** Indique une possible contamination par des agents protéolytiques, tels que les champignons, qui dégradent les protéines du lait et entraînent une augmentation du pH.
- **pH bas (inférieur à 6,4):** Suggère une activité accrue des bactéries lactiques acidifiantes, comme les coliformes, qui produisent des acides mixtes lors de la fermentation du lactose, abaissant ainsi le pH.

Dans le cas présent de ce travail, le pH du lait de fabrication est de 6,32. Cette valeur se situe dans la plage normale pour le lait frais, comprise entre 6,4 et 6,8 (**Remeuf et Hanzen, 2002**). Ce résultat est en accord avec les observations de Park et al. (2007) qui rapportent des valeurs de pH similaires pour du lait frais.

Acidité et densité

Acidité titrable: La valeur de 20°D obtenue pour l'acidité titrable du lait de fabrication se situe dans la plage attendue pour le lait frais, qui est généralement comprise entre 14 et 23°D (Vignola et al., 2002). Cela indique une teneur normale en acide lactique, principalement produit par les bactéries lactiques au cours de la fermentation du lactose.

Densité: La densité de 1,030 g/cm³ mesurée pour le lait de fabrication est également conforme aux valeurs de référence pour le lait frais, qui se situent entre 1,029 et 1,039 g/cm³ (Park et al. 2007). Cette valeur reflète la composition du lait, riche en eau, protéines, matières grasses et minéraux.

En concordance avec les données de la littérature ; les résultats obtenus pour l'acidité titrable et la densité du lait de fabrication sont en accord avec les valeurs rapportées dans la littérature par Park et al. (2007) et Vignola et al. (2002). Cela renforce la validité des mesures et suggère que le lait analysé présente des caractéristiques physico-chimiques normales pour du lait frais.

Qualité du lait: Des valeurs d'acidité titrable et de densité dans les plages attendues indiquent que le lait de fabrication n'a pas subi de dégradation significative susceptible d'altérer sa qualité. Cela suggère un produit frais et propre à la transformation.

Contrôle de la production: Le suivi de l'acidité titrable et de la densité du lait permet de contrôler la qualité du produit tout au long du processus de fabrication, depuis la collecte du lait jusqu'à sa transformation en produits laitiers finis.

Il est important de noter que l'analyse de l'acidité titrable et de la densité ne fournit qu'une information partielle sur la qualité du lait. D'autres paramètres, tels que la teneur en germes, la composition en nutriments et l'aspect organoleptique, doivent également être pris en compte pour une évaluation complète de la qualité du produit.

Les valeurs de référence pour l'acidité titrable et la densité peuvent varier légèrement en fonction de facteurs tels que la race des animaux, l'alimentation et les conditions d'élevage.

III.5. Analyses physico-chimiques du fromage formulé

Extrait sec

L'analyse de l'extrait sec total (EST) du fromage a révélé une teneur de 51%, indiquant une teneur en humidité de 49%.

Cette teneur en extrait sec de 51% obtenue dans ce travail se situe dans la plage attendue pour les fromages semi-durs, généralement comprise entre 45 et 60% (**Walstra et al. 2006**).

L'extrait sec représente la portion du fromage non constituée d'eau. Il est composé de la matière sèche du lait, comprenant les protéines, les matières grasses, les minéraux et les glucides non fermentés.

Une teneur élevée en extrait sec (supérieure à 50%) est généralement recherchée dans les fromages car elle contribue à la texture, à la saveur et à la conservation du produit.

La composition du lait utilisé pour la fabrication du fromage influence directement son extrait sec. Un lait riche en matière grasse et en protéines donnera un fromage avec un extrait sec plus élevé.

Égouttage du sérum: Le processus de fabrication du fromage implique l'égouttage du sérum, la partie liquide du lait. Plus l'égouttage est important, plus la teneur en eau est réduite et plus l'extrait sec du fromage est élevé.

L'extrait sec joue un rôle important dans la qualité du fromage, à savoir :

Texture: L'extrait sec contribue à la structure et à la fermeté du fromage. Un fromage avec un extrait sec élevé aura une texture plus ferme et plus sèche.

Saveur: Les composants de l'extrait sec, tels que les protéines et les matières grasses, participent au développement de la saveur caractéristique du fromage.

Conservation: Un extrait sec élevé limite l'activité de l'eau dans le fromage, ce qui ralentit la croissance des micro-organismes et favorise une meilleure conservation du produit.

III.6. Analyses microbiologiques du fromage

Tableau 12: Résultats des analyses microbiologiques

Germe recherché	Résultats (ufc/g)	Limites microbiologiques selon la réglementation Algérienne (ufc/g)	Commentaires
Coliformes totaux et fécaux	Abs	De 3 à 30 (Pour <i>Escherichia coli</i>)	CONFORME
Staphylocoques	Abs	De 10^2 à 10^3	CONFORME

L'analyse microbiologique du fromage n'a révélé aucune présence de Staphylocoques dans les échantillons étudiés. Cette absence est conforme à la réglementation algérienne relative à la sécurité microbiologique des aliments, qui stipule que le fromage doit être exempt de Staphylocoques.

Sécurité alimentaire : La non-détection de Staphylocoques indique que le fromage est microbiologiquement sûr à la consommation et ne présente pas de risque d'infection pour les consommateurs.

Qualité du produit : L'absence de Staphylocoques contribue à la qualité organoleptique du fromage en préservant sa saveur, sa texture et son odeur.

Risque d'intoxication alimentaire : La présence de Staphylocoques, notamment *Staphylococcus aureus*, dans le fromage peut entraîner des intoxications alimentaires graves, caractérisées par des symptômes tels que nausées, vomissements, diarrhées et douleurs abdominales.

Altération du fromage : En plus des risques pour la santé, les Staphylocoques peuvent altérer la qualité du fromage en provoquant des défauts de texture, de saveur et d'odeur.

➤ **Conformité à la réglementation** :

Réglementation Algérienne : L'absence de Staphylocoques dans le fromage

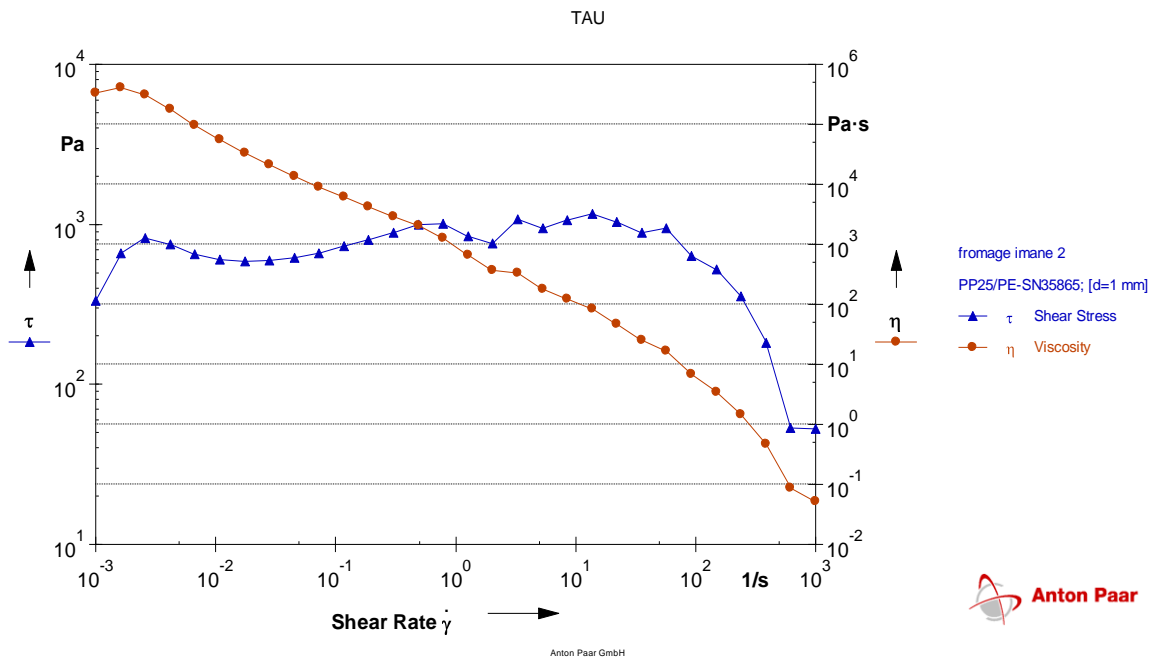


Figure 20: Représentation graphique (résultat de viscosité de fromage formulé).

analysé est en accord avec la norme JORA.1998 qui stipule l'absence totale de ce germe dans le fromage.

Importance du respect des normes : Le respect des réglementations microbiologiques est crucial pour garantir la sécurité des aliments et protéger la santé des consommateurs.

III.7. Résultat de rhéologie de fromage :

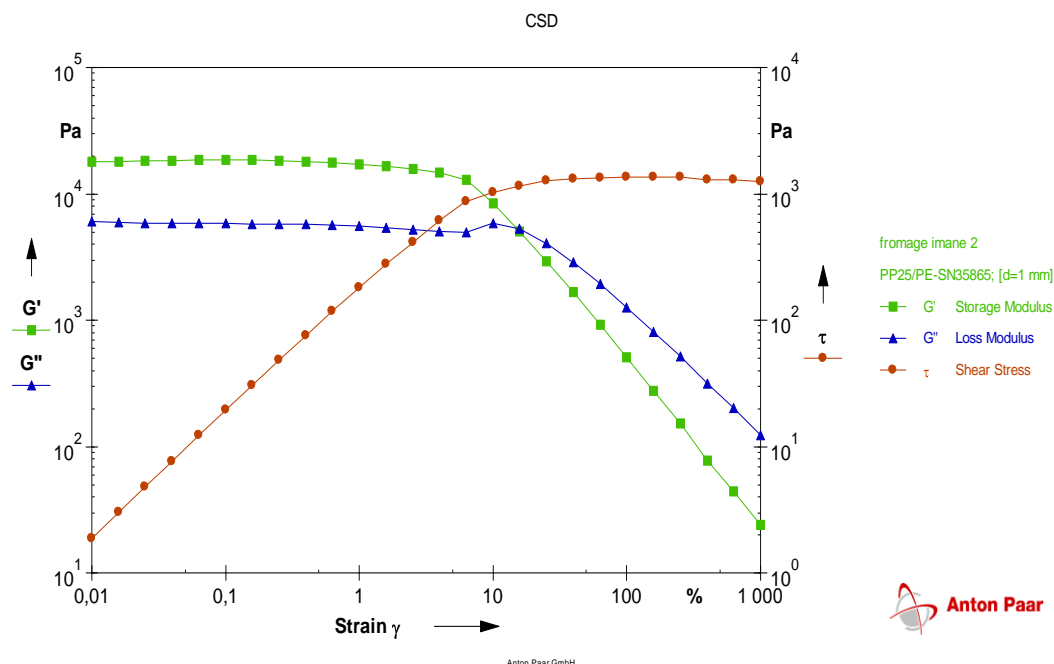


Figure 21: Représentation graphique (résultat d'écoulement de fromage formulé).

III.7.1. Interprétation de rhéologie

Le fromage a fait l'objet d'une analyse rhéologique. Il est intéressant de noter que les résultats montrent que le fromage est moyennement visqueux 55 400 pas, valeur considérée comme adéquate et fiable. L'ajout des coagulases purifiées extraites du latex de figuier (*Ficus carica*) dans la formulation du fromage artisanal nous a permis d'améliorer la qualité de ce dernier **(Dimitreli et al., 2004)**

Ceci est expliqué par la formation du réseau tridimensionnel de paracaséine de calcium du fromage naturel est partiellement désintégré, formant une dispersion de paracaséinate de sodium au cours de la transformation. La conformation de la molécule est ouverte, chargée et réactive, avec de bonnes propriétés émulsifiantes et de liaison à l'eau. Ainsi, les molécules de paracaséinate contribuent à l'émulsification en recouvrant les surfaces des gouttelettes de graisse libre dispersées et, simultanément, lient et immobilisent une grande quantité d'eau libre **(Fox et al., 2000)**. Les protéines de lactosérum présentent des propriétés conformationnelles et fonctionnelles similaires à celles des caséines, après leur dénaturation thermique,

caractéristiques du latex qui est un polymère collant naturel riche en composés phytochimiques et antioxydants **(de Wit, 1984 ; Mostafa et al., 2023)**.

Ainsi, au cours de la transformation, il se forme une émulsion huile dans l'eau qui, dans sa phase aqueuse, développe des interactions protéine-protéine. Ces interactions sont responsables de la formation d'une nouvelle matrice réticulée (gélification) pendant le refroidissement permettant de maintenir une valeur de 55 400 pa.s de viscosité **(Fox et al., 2000 ; Mostafa et al., 2023)**.

CONCLUSION GENERALE

Le présent travail démontre la faisabilité de l'utilisation du latex de figuier comme ferment végétal pour la fabrication de fromage. Le produit obtenu, conforme aux normes et à la réglementation algérienne en vigueur, ouvre des perspectives prometteuses pour le développement d'une nouvelle gamme de fromages naturels et sains.

Sur la base de ces résultats encourageants, plusieurs axes de recherche peuvent être envisagés :

Développer une gamme diversifiée de fromages à base de latex de figuier : Explorer différentes combinaisons de lait (vache, chèvre, brebis) et affinages pour créer une variété de fromages aux goûts et textures uniques.

Optimiser les propriétés fonctionnelles du fromage : Étudier l'impact du latex de figuier sur les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles du fromage, en particulier sa texture, sa saveur et son arôme.

Promouvoir la consommation de fromage naturel et sain : Sensibiliser les consommateurs aux bienfaits des fromages fabriqués avec des ferments végétaux et à leur contribution à une alimentation durable et saine.

En conclusion, l'exploitation du latex de figuier comme ferment végétal dans la fabrication de fromage constitue une innovation prometteuse avec un fort potentiel de développement. La poursuite de la recherche et la valorisation de ce savoir-faire permettront de diversifier l'offre fromagère et de répondre aux attentes croissantes des consommateurs soucieux de leur santé et de l'environnement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

(Alais., 1984): Alais., 1984: Sciences du lait: Principes des techniques laitières- 4e éd Paris: SEPAIC, 814p.

(Morazzoni et al., 1995) Morazzoni, P. And Bombardelli, E., 1995: Silybu

Abdelli Met Denidni Z, Suivi des paramètres microbiologiques et physico-chimiques du jus d'orange « Ramy » au cours du stockage, NUTRITION ET SCIENCES DES ALIMENTS, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA, 2018/2019, 37p,

Agrawal A.A., Konno K. (2009). Latex: A model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory, Annu. Rev. Ecol. Evol. Vol : 40 , 311– 331.

Aissou, Z., Abbas, S., (2016). Etude du processus de fabrication et de la qualité microbiologique de différents types de fromages industriels et fabrication d'un fromage frais artisanal (mémoire de master). Université A. MIRA - Bejaia, Bejaia : 46p.

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. Carole I, Vignola, Science et technologie du lait, 1-30.

B

Baby J. Raj S. J. (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn-An overview. International Journal of Pharm Tech Research, V Kim J. S., Kim Y.O., Ryu H.J., Kwak Y.S., Lee J.Y., Kang H. (2003). Isolation of stress related genes of rubber particles and latex in fig tree (*Ficus carica*) and their expressions by abiotic stress or plant hormone treatments. Plant Cell Physiol, Vol: 44, 412–419. ol: 3, 08-12.

• BEKA R. G. (2011). Une alternative végétale en fromagerie: Préparation d'un extrait coagulant à partir des fruits de *Balanites aegyptiaca*; Etude

biochimique et application technologique. Thèse de doctorat en Sciences Ingénierie des Fonctions Biologiques de l'Université de Lille I. 167p.

• BRUNETON J. (2009). Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales. Éd

Belgharbi A Abib S Utilisation des plans expérience pour la formulation des pâtes cimentaires auto-plaçants [Mémoire de Master]. Université de Bouira, Faculté des Sciences et Sciences Appliquées, 2016. P51

Belkadi T, Makked, 1..Traitement des margines d'olives par co-précipitation en utilisant les plans d'expériences [Mémoire de Master. Université de Tizi-Ouzou. Faculté des sciences, 2016. P13.

BOUKAIS M, 2010. Communication relative à l'approvisionnement du marché national en produits alimentaires de large consommation. Rapport de Ministère du commerce. Consulter en ligne le 02/04/2014

Bourgois C.M., Mescle J.F., Zucca J., 1996: Microbiologie alimentaire. Tome 1 : aspects microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire .Ed. Tec. & Doc. Lavoisier. Paris. des salmonella dans le lait et les produits laitiers.

BOURGOIS et COULDE (1996) : Méthodologie clinique systématique pour valider le trouble bipolaire II : données données à mi-parcours d'une étude nationale multisite française (EPIDEP) .

Bouyahya A., Bensaid M., Bakriy., Dakka N. (2016) Phytochemistry and Ethnopharmacology of Ficus carica. international journal of biochemistry research & Review, Vol : 14, 1-12.

C

Carrascosa C., Millán R., Saavedra P., Jaber J.R., Raposo A., Sanjuán E. (2016). Identification of the risk factors associated with cheese production to implement the hazard analysis and critical control points (HACCP) system on cheese farms. American Dairy Science Association. Vol: 99, 1–11.

CHekroune M. Etude de comparative de deux techniques de séchage (convection et micro-onde) par application des plans d'expérience Cas du

fruit de datte [Mémoire de Magister] Boumerdes: Université de Boumerdes, Faculté des Sciences de l'Ingenieur, 2008. P13.

CHOUMANE Y, KEBILENE M , MESBAIAH I, ESSAIS DE FORMULATION ET CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET SENSORIELLE D'UN FROMAGE À LA CRÈME : Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de licence.

CodouLatyr, Fall. 1997. « Etude des fraudes du lait: mouillage et écrémage ». Université Cheikh Anta Diop - Dakar, thèse

D

Donnelly, C.W., 2014. Cheese and microbes, Wiley Online Library.

Dimitreli, G., & Thomareis, A. S. (2004). *Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. Journal of Food Engineering, 64(2), 265–271.*

De Wit, J. N. (1984). Functional properties of whey proteins in food systems. *Netherlands Milk Dairy Journal, 38, 71–89*

E

EL-SHOBAKI .F .A., EL-BAHAY A.M., ESMAIL R.S.A., ABD EL MEGEID A.A. AND ESMAIL N.S. (2010). Effect of figs fruit (*ficus carica L.*) and its leaves on hyperglycemia in alloxandabetic rats. *world journal of dairy and food science 5: 47-57.*

F

FAO organisation et fonctionnement de l'unité de transformation.

Fox, P.F., McSweeney, P.L., Cogan, T.M., Guinee, T.P., 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects, Elsevier.*

Froc J., 2001 : Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. INRA mensuel.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & Mc Sweeney, P. L. H. (2000). Fundamentals of cheese science. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc.

G

GOUDEDRANCHE H, BENEDICTE C (2001). Filière de production: produits d'origine animale ,

Guiraud P.J. (1998). Microbiologie Alimentaire. DUNOD, Paris, ISBN 2100036661.

Guiraud, J.-P., 1998. La microbiologie alimentaire.

I

Irlinger F., Mounier J. (2009). Microbial interactions in cheese: implications for cheese quality and safety. Current Opinion in Biotechnology , Vol : 2, 142-148.

J

JEANTET R, CROGUENNEC T, MAHAUT M, SCHUCK P, BRULE G (2008). Les produits laitiers. 2 éd, Paris, TEC & DOC, 178 P. ISBN 978-2-7430-1032-4185

Jeantet, Romain, Sarah Nasser, Anne Moreau, Alain Hédoux, et Guillaume Delaplace. 2017. « Influence of storage conditions on the functional properties of micellar casein powder ». Food and Bioprocess Technology 106: 181-92

JOSEPH J. ET RAJ S. J. (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of Ficus carica Linn- An overview. International Journal of Pharm-Tech Research. 3:08-12.

K

Khelaifia, M.N., Harid, N., Seridi, C., 2020. Caractérisation physicochimique, biologique et rhéologique du fromage traditionnel «Bouhezza».

L

Lavoisier, France. 1292p • KIM Y. S., PARK S. J., LEE E. J., CERBO R. M., LEE S. M., and RYU C. H. (2008). Antibacterial compounds from rose bengal-sensitized photooxidation of *b* caryophyllene. *Journal of Food Science*, 73: 540–545.

Luquet), edition *lorica*. Tomel. P 55.

M

MIETTON. 1995, transformation du lait en fromage. In *bactéries lactiques* (de Roissard et

Maatouk, K., Kamou, Z., Mossaoui, S., et Bouslah, Y. (2022). Analyse de chaîne de fabrication du lait cas de l'usine d'ADRAR (Doctoral dissertation, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR).

Mahaut et Al, 2000 ; les produits industriels laitiers .

Mahaut. M, Jeantet R., Schuck P. Et Brule G., 2000. Les produits industriels laitiers Ed Tec et Doc. – Lavoisier : pp. 26-40.

Marianum (*Carduus marianus*). *Fitoterapia*, 66(1): p 3-49

Medjoudj H., Aouar L., Nasreddin M Z., Hayaloglu A.A. (2018). Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk. *International Journal of Food Properties*. 1094-291

Meghachou, W, *Approche méthodologique à la modélisation par les plans d'expériences pour l'élaboration d'un yaourt* [Mémoire de Magister]. Université d'Oran, Faculté des Sciences, 2014. P21

Moreno I., Castro A., Delanuez M., Sánchez M.D., Assunção P., Capote J., Argüello A. (2009). Farm and factory production of goat cheese whey results in distinct chemical composition. *American Dairy Science Association*, Vol :92. 4792–4796. n°110, 41-42.

Mostafa M. Hegazy, Reham Hassan Mekky, Wael M. Aff, Ahmad E. Mostafa, and Hatem S. Abbass. 2023. Composition and Biological Activities of Ficus carica Latex, Chapter 27.

O

OLIVEIRA A. P., SILVA L. R., DE PINHO P. G., GIL-IZQUIERDO A., VALENTÃO P., SILVA B. M., et al. (2010). Volatile profiling of Ficus caricavarieties by HS-SPME and GC-ITMS. Food Chemistry, 123: 548–557.

Oliveira A.P., LUI´S R., FedericoF., Paulaguedes P., Patricia O., BrancaM.S., Pereira A., Paula B. (2010).Chemical Assessment and in Vitro AntioxidantCapacity of Ficus caricaLatex.J. Agric. Food Chem,Vol:58, 3393–3398.

P

Park Y.W., JuárezM., Ramos M., Haenlein G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, Vol : 68, 88-113.

PESLERBE M., 2006. Les marchés des produitslaitiers :Collecte et fabrication dans les principaux pays exportateurs. In. BARRAL M. B., Ennifar M. Hebrard B., Lacour L.

R

Raghunath T., Mahajan.,Gunjan M., Chaudhari.(2014).Plant latex as vegetable source for milkclotting enzymes and their use in cheesePreparation.International Journal of Advanced Research, Vol: 2, 1173-1181.

Ribeiro A.C., Ribeiro S.D.A. (2010). Specialty products made fromgoatmilk. Small Ruminant Research.Vol : 89 ,225–233.

S

SAHLI A, 2013. La sécurité alimentaire quels programmes pour réduire la dépendance céréales et lait? Colloque avril 2013 du Forum des chefs d'entreprises à Algérie Consulter en ligne le 25/05/2014.

Souheila, Ghaoues. 2011. « Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien ». Université MENTOURI – Constantine.

St-Gelais, D., Tirard-Collet, P., 2002. Fromage. Science et technologie du lait: transformation du lait, 349-415.

St-Gelais, D., Tirard-Collet, P., 2002. Fromage. Science et technologie du lait: transformation du lait, 349-415.

T

Touati, H. Adsorption de trichlorophenol par une dolomite modifiée [Mémoire de Master]. Université de Mostaganem, Faculté des Sciences et de la Technologie, 2019. P46.

V

Vignola C.L., Michel J.C., Paquin P., Moineau M., Pouliot M., Simpson R. (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Techniques et documentation, Lavoisier. 600 p.

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

W

Walther. B, Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). Cheese in nutrition and health. Dairy Science and Technology, 88(4-5), 389-405.

Westerkamp C. et Gottsberger G. (2000). Diversity Pays in Crop Pollinisation. Crop Science, 40: 1209-1222.

Z

Zare H., Moosavi-movahedi A. A., Salami m., Morteza M., Saboury A. A., SheibaniN.(2013). Purification and autolysis of the ficin isoforms from fig (*Ficus carica* cv. Sabz) latex. *Phytochemistry* ,Vol:87, 16-22.

Annexes

ANNEXE N°01 :

Matériel et réactifs utilisés à la cour de la pratique :

1- Appareillage utilisé au laboratoire de l'entreprise :

- Agitateur (magnétique).
- Autoclave.
- Bain-marie à 90°C.
- Balance analytique.
- Bec benzène.
- Etuve 30°C, 37°C, 44°C
- pH mètre.
- Thermomètre.
- Etuve réglé à (40 °C,35°C ,30°C)
- Pipette jaugée de 01 ml,10 ml
 - Dessiccateur Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain marie
- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les
- Burette cylindrique
- Réfrigérateur
- pH mètre.
- dessiccateur
- Densimètre gradué
- micropipette

2- Verreries :

- Tubes à essais stériles.
- Flacons de 250 ml stériles.
- Pipettes pasteur stériles.
- Pipettes graduées (1ml, 10ml).
- Boites de pétries.
- Verres à montre.
- Baguettes en verre.
- Burettes à robinet.
- Butyromètre de gerber.
- Béchers.
- Pince en acier inoxydable.
- Spatule en inox.

-Erlen meyer.

-Eprouvet

-Eprouvette graduée.

3-Produits chimiques et réactifs pour les analyses physicochimiques :

-Eau distillée.

-Solution tampon pH=7 (pour l'étalonnage).

-Solution tampon pH=4(pour l'étalonnage).

-Solution d'Hydroxyde de sodium (Na OH) 0,1N.

-Phénolphaléine 1% (indicateur colore).

-Solution d'éthanol 4.

4-Milieus de culture et réactif pour les analyses microbiologiques

-Eau physiologique stérile.

-Eau distillée stérile.

-Gélose TDYM ou TGEA. -Gélose VRBL.

-Gélose OGA ou Sabouraud au chloramphénicol.

-Gélose VF.

-Ampoule d'Alun de fer.

-Ampoule de Sulfite de sodium.

-TSE.

-Eau peptonée exempte d'indol (EPEI)

ANNEXE N°02

Matériel et appareillages norme d'entreprise « ESI »

Norme des analyses physico-chimiques de lait

- pH : 6.3 – 6.8
- Acidité titrable(D°) : 15 -17
- Densité : 1.030 - 1.034

	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³

