



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



## **Université Amar Telidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : BETAIMI IHCENE et GUELLOUMA AMINA**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

### **Thème**

**OPTIMISATION DE LA FABRICATION DU FROMAGE  
TRADITIONNEL « J'BEN »**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
Mr.MAKOUDI Mourad	MAA	Président
Mme.MENASRA Amina	MCB	Examinatrice
Mme.ALLALI Khadidja	MCB	Encadrante

**Année universitaire : Juin – 2022**

## *Remerciements*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame ALLALI, Maître de conférence a l'université Amar Telidji de Laghouat*

*Nous remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier le Pr. GOUDJAL Yacine de département de science agronomique de Laghouat.*

*Nous remercions également Mr. MAKOUDI Mourad, Maître-assistant A, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent Mme. Menasra Amina, Maître de conférence B pour avoir acceptée d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants et les ingénieurs de laboratoire de département d'agronomie pour leurs générosités et la grande patience*

*En fin nous remercions tous qui sont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail avant à mes chers parents, qui ont tout sacrifié pour mon bien et qui ont éclairé ma route par leur compréhension, leur soutien.*

*Je souhaite que dieu les garde en bonne et parfaite santé et leur donne une longue vie*

*A mon mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail.*

*Amína*

# Dédicace

## À mon père

Qui a travaillé dur et fait tous ses efforts et m'a soutenu financièrement et moralement avec tout ce qu'il pouvait J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

## À ma mère

Qui m'a toujours accompagné avec ses prières bénies et ses paroles aimables, Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

Je vous dédie cette remise des diplômes du fond du cœur pour vous deux de remerciements et de gratitude, la chose la plus précieuse de mon existence.

## À ma Sœur Ikram

Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans toi, tu comptes énormément pour moi, tu es la sœur qui assure son rôle comme il faut, je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'estime beaucoup et je t'aime beaucoup. Je te souhaite beaucoup de succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.

## À mes frère Ilyes et Rafik

Que dieu vous protège et vous accorde la sante et succès dans votre vie

## À ma chère Souad

Tu as toujours été à mes côtés. Ensemble, nous avons grandi, nous avons partagé des joies et des peines, nous nous sommes soutenus à chaque instant. Maintenant, nous avons grandi et changé, j'ai trouvé tout l'amour, le réconfort et le soutien possibles. Grâce à toi, j'ai trouvé le courage et la force de continuer merci my partner.

## À ma grand-mère mima

Vous dédie cette thèse pour vos attentions particulières, vos prières et votre amour inconditionnel. Merci pour tout et que Dieu vous donne bonne santé et longue vie parmi nous.

À mes amies Abeer, Maria, Dallal, Djouhina, Amina et zolla Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

## À toute ma famille



**SOUNA**

# *Résumé*

## Résumé

L'objectif de ce travail a permis d'étudier l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du j'ben. Le plan expérimental de de Plackett-Burman est utilisé pour optimiser la fabrication de j'ben avec 4 facteurs variables : pH, température, présure et goût supplémentaire), cela a conduit à la production de 13 types de j'ben, qui ont été évalués par une analyse sensorielle et analyse microbiologique. Les résultats obtenus ont montré que la présure et le goût supplémentaire ont un effet significatif ( $P<0,05$ ) sur la qualité organoleptique de j'ben. La valeur optimale des facteurs de modélisation testés pour la qualité du j'ben est de 48,38. Le modèle est très satisfaisant, avec un  $R^2$  de 95,38% et un  $R^2$  ajusté de 91,20%. Les résultats de l'analyse microbiologie ont montré une absence totale des flores mésophiles, levures et moisissures et des coliformes dans le produit optimisé.

**Mots clés :** fromage traditionnel(j'ben), optimisation, Plackett-Burman, qualité.

## Abstract

The objective of this work has made it possible to study of some technology parameters on the quality of j'ben cheese. The experimental plan of Plackett-Burman is used to improve j'ben cheese making with 04 variable factor : (pH, temperature, rennet, and additional teste), this led us to produce 13 types of j'ben cheese which have been assessed by sensory analyses and microbiological analyses. The results obtained have shown that the rennet and the additional teste have a significant effect on the quality of j'ben cheese ( $P<0, 05$ ) optimal value of the modelling factors tested for j'ben cheese quality was 48.38. The pattern was very satisfactory with an  $R^2$  of 95.38% and a fitted  $R^2$  of 91.20%. The results of the microbiological analysis showed a total absence of mesophilic flora, yeasts and molds and coliforms in the optimized product.

**Keywords:** Traditional cheese (J'ben) , Optimization, Plackett-Burman, quality.

## ملخص

الهدف من هذا العمل من دراسة تأثير بعض المعايير التكنولوجية على نوعية الجبن. لقد تم استعمال التصميم التجريبي بلاكيت-بورمان من اجل تحسين صناعة الجبن حسب أربعة عناصر متغير: (PH, درجة الحرارة الانزيم , أذواق إضافية). أدت بنا هذه الطريقة الى الحصول على 13 نوع من الجبن التقليدي تم تقييمها وتحليلها حسيًا. بينت النتائج المتحصل عليها ان المنفحة والنكهات الإضافية تأثيرا كبيرا على نوعية الجبن قدر ب: 48.38. يعتبر هذا النمط من الدراسة مناسبًا جدًا حيث حصلنا على  $R^2$  بقيمة مثلي 38.95% و  $R^2$  معتدل 20.91%. أظهرت نتائج التحليل الميكروبيولوجي الغياب التام للنباتات الفطرية والخمائر والقوالب والقولون في المنتج الأمثل.

**الكلمات المفتاحية:** الجبن التقليدي، تحسين، بلاكيت بورمان، الجودة.

# Liste des figures

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Principales étapes de transformation du lait en fromage.	08
<b>2</b>	Schéma de fabrication traditionnelle du fromage traditionnel.	14
<b>3</b>	Méthode traditionnelle de la préparation de la caillette.	15
<b>4</b>	Photographie originale représente du lait utilisé dans la fabrication du J'ben.	18
<b>5</b>	Photographie originale de la présure utilisée pour la fabrication du J'ben.	19
<b>6</b>	Diagramme de fabrication du fromage traditionnel.	20
<b>7</b>	Diagramme de fabrication du fromage blanc (J'ben).	21
<b>8</b>	Photographie originale représente les 13 échantillons du J'ben fabriqués.	24
<b>9</b>	Photographie originale représente le déroulement de séance dès l'analyses sensorielles.	26
<b>10</b>	Préparation de dilution mère.	27
<b>11</b>	Préparation de dilution décimale.	28
<b>12</b>	Préparation de milieu culture PCA	28
<b>13</b>	Préparation de milieu culture VRBL	29
<b>14</b>	Préparation de milieu culture sabouraud	29
<b>15</b>	Photographie originale représente quelques exemples du J'ben fabriqué	31
<b>16</b>	Diagramme de Pareto montrant l'effet de six facteurs sur la qualité du j'ben.	34
<b>17</b>	Photographie Original représente le dénombrement de la flore mésophile.	37
<b>18</b>	Photographie Original représente le dénombrement de levures et moisissures	38
<b>19</b>	Photographie Original représente absence de dénombrement les coliformes.	39

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Comparaison entre une caille lactique et une caille présure.	06
<b>2</b>	Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.	09
<b>3</b>	Composition moyenne des principaux fromages pour 100g.	12
<b>4</b>	Facteurs utilisés pour l'optimisation de la production de j'ben.	22
<b>5</b>	Matrice du plan d'expérience de Plackett-Burman.	23
<b>6</b>	Plan de Plackett-Burman d'après la matrice d'expérimentation.	32
<b>7</b>	Degré de variables indépendantes à effet positif ou négatif sur la qualité du j'ben selon les niveaux du plan d'expérience de Plackett-Burman	33
<b>8</b>	Résultats de dénombrement de la flore totale aérobie mésophile sur GN en Log (UFC/mL ou g) des différents échantillons.	37
<b>9</b>	Résultats de dénombrement de levures et moisissures sur milieu Sabouraud	38
<b>10</b>	Résultat de dénombrement de coliformes totaux et fécaux sur milieu VRBL .	39

## Liste de l'abréviation

AW : Activité de l'eau

TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraisse c'est-à-dire

TEFD : poids de l'eau du fromage X 100/ (poids total du fromage –matière grasse du fromage)

MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire :

MGES : la teneur en matière grasse du fromage X 100/ (poids total du fromage-eau dans le fromage)

UFC : Unités formant colonies

PCA : Plant Count Agar

# Sommaire

**Remercîment**

**Dédicace**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Synthese Bibliographique

1. Le fromage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2. Technologies fromagères ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1. Coagulation du lait ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.1. Première voie : coagulation par voie enzymatique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.2. Deuxième voie : coagulation par voie acide ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.3. Troisième voie : coagulation mixte : ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2 Egouttage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.3. Salage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.4. Affinage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

3. classification des fromages ..... **Erreur ! Signet non défini.**

4. Qualité des fromages ..... **Erreur ! Signet non défini.**

4.1. Evaluation de la qualité du fromage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.1. La couleur .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.2. L'odeur .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.3. La saveur.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.4. La viscosité .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2. Facteurs affectant la qualité des fromages.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.1. Composition chimique du lait.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.2. Composition du fromage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.3. Maturation du fromage.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.5. Processus de fabrication du fromage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5. Technologies de fabrication du fromage traditionnel.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.2. Agents coagulants le lait autochtones utilisés en Algérie....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.2.1. Agents coagulants d'origine animale.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.2.2. Agents coagulants d'origine végétale .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3. Les facteurs influençant sur la fabrication de fromage traditionnel .	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3.1. Le PH.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3.2. la température .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériel et Méthodes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. fabrication de fromage traditionnel .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1. Matériel utilisé.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.1 Le lait .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.2 La présure .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.3 Les additifs.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.4 Appareillage.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.5 Verrerie et autres.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1.6 les étapes de Fabrication J'ben .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

1.2. Optimisation de la fabrication de J'ben par Plackett Burman ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.2.1. Le plan expérimental ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3. Détermination de l'effet des facteurs sur la qualité organoleptique de j'ben ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3.1. Analyses sensorielles ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3.2. Le sujet..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3.3. Le produit..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3.4. La fiche de l'évaluation sensorielle des produits des j'ben **Erreur ! Signet non défini.**

1.3.5. Déroulement de séance de l'analyse sensorielle..... **Erreur ! Signet non défini.**

2. Effet des facteurs étudiés sur la qualité microbiologique du fromage traditionnel **Erreur ! Signet non défini.**

2.1. Recherche et dénombrement des principaux groupes microbiens.... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.2 Recherche et dénombrement du coliforme totaux et des coliformes fécaux ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Coliformes totaux ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Coliformes fécaux..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1.3. Dénombrement des levures et des moisissures..... **Erreur ! Signet non défini.**

1. Résultats d'effet des facteurs variables sur la qualité du j'ben..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.2. Résultats de l'effet des paramètres technologiques sur la qualité du J'ben..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.3. Analyse statistique des résultats ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Diagramme de Pareto ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2. Discussion..... **Erreur ! Signet non défini.**

3. Analyses microbiologiques des résultats ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1- Recherche et dénombrement des bactéries mésophiles :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.1-La flore mésophile totale :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.2. Levures et moisissures .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.3. Coliformes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4. discussion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.8</b>

Referances bibliographiques

**Annexe**

# INTRODUCTION

La conversion du lait en fromage est très courante dans le monde et a une grande variété (**Eck 1987**). Par l'utilisation de la procédure traditionnelle pure (sans levure ajoutée). Cette technologie de fabrication est ensuite transférée d'un pays à l'autre et d'un temps à l'autre (**Lahsaoui, 2009**).

En Algérie, les produits laitiers, notamment les fromages traditionnels forment une tradition bien connue, transmise de génération en génération, qui représente des Aspects importants de la culture algérienne. Cependant, la fabrication de ces fromages est limitée par la population rurale et vise l'autoconsommation, le reste peut être vendu (par des circuits informels) sur les marchés urbains (**Bencharif, 2001**). Ces fromages méritent la particularité d'être produits à petite et grande échelle industrielle pour améliorer leurs qualités et les commercialiser par des voies formelles surtout avec l'augmentation du risque de disparition (**Benkerroum et Tamime, 2004**). Bien que le J'ben de optimisation soit un fromage traditionnel largement produit dans le nord de l'Algérie, peu de recherche ne s'est penchée sur ses propriétés. Les informations sur sa technologie de fabrication sont encore très limitées. Il est traditionnellement fabriqué par acidification spontanée du cru, du mouton, de la chèvre et même des mélanges à température ambiante, suivi d'une coagulation avec des coagulants natifs d'origine végétale tels que les fleurs de chardon et d'artichaut (**Nouani et al. 2009**) ou d'origine animale (ex. caillette, proventricule).

Par conséquent, plusieurs sources différentes de substituts de la présure ont été envisagées. Comme les enzymes alternatives à base de plantes extrait du chardon-Marie (*Cynara cardunculus*) du figuier (*Ficus caricas*), Artichaut (*Cynara scolymus*), Feuille de papaye (*Caricapapaya*)...etc (**Aworh et Nakai ,1986 ; Viok et al, 2000 ; Sousa et Malcata 2002**). Le choix des substituts de présure est principalement lié à son activité doit être un coagulant puissant, son activité protéolytique doit être modérée, son La capacité de conférer de la qualité aux aliments finis (**Alais ,1984**). La pepsine de poulet est souvent utilisé dans la préparation traditionnelle du fromage frais de consommation J'ben dans le nord et le sud-ouest de l'Algérie D'autre part, la fabrication de ce fromage traditionnel algérien est affectée par plusieurs facteurs. Afin d'avoir les meilleures performances au cours de la fabrication, il est bien évident de déterminer ces facteurs et de les optimiser

Pour assurer la préservation de ce fromage traditionnel algérien J'ben, comme patrimoine traditionnel. Il est important de collecter des données scientifiques sur ce fromage. Dans cet esprit, et considérant que l'Algérie fromage, évolutions majeures du secteur agro-

alimentaire en Algérie et exige le choix judicieux des aliments dans nos assiettes ; cela l'étude visait à mettre en lumière un fromage traditionnel existant dans notre pays. Il s'agit d'une optimisation du processus traditionnel de fabrication du fromage J'ben (Amimour,2019).

### **Objectif de ce travail :**

C'est dans ce contexte l'objectif de notre étude était de :

- Etudier la procédure de fabrication
- Optimiser ce fromage traditionnellement par l'utilisation des plans expérimentale Plackett-Burman.
- Etudier l'effet des différents paramètres technologiques sur la qualité organoleptique et microbiologique de J'ben.

Notre travail se divise en trois parties :

- ✓ La première partie est consacrée à une partie bibliographique sur le fromage (j'ben) et autres titres.
- ✓ Dans la deuxième partie (la partie expérimentale), nous avons présenté le matériel et les méthodes utilisées afin de contrôler la qualité de le produit allant de la matière première jusqu'au produit fini, et une modélisation un plan d'expériences de Plackett-Burman en vue déterminer les paramètres les plus influents sur cette dernière. Puis microbiologiques soit la recherche de la flore mésophile, levures et moisissures et coliformes présente dans le « j'ben »
- ✓ La troisième partie est réservée aux résultats expérimentaux obtenus et leur discussion. Ce travail se termine par la présentation d'une conclusion générale qui récapitule notre étude et met en valeur les principaux résultats obtenus.

*SYNTHESE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*



## 1. Le fromage

Le fromage, selon la norme Codex alimentaires, est le produit affine ou non affine, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé est dans lequel le rapport protéines de lactosérum caséines ne dépasse pas lui ce du lait. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partie de lactosérum résultant de cette coagulation. On peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, Chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente (**Carol, 2013**).

Le fromage affine est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qu'on doit maintenir pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage (**Carol., 2013**).

Le fromage affine aux moisissures est un fromage dont l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques, dans la masse ou sur. La surface de fromage. Le fromage non affiné, dont le fromage frais, est un fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication (**Carol., 2013**).

Les métiers premiers proviennent du lait ou des produits obtenus à partir du lait et les ingrédients et sont des cultures de bactéries lactiques inoffensives ou des bactéries productrices d'arômes et des cultures d'autre micro-organisme sans danger. Des enzymes appropriés et inoffensives, du chlorure de sodium et de l'eau potable (**Carol., 2013**).

## 2. Technologies fromagères

La transformation du lait en fromage comporte en générale trois étapes :

### 2.1. Coagulation du lait

La coagulation du lait est un phénomène complexe correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait (**Garnier, 1963 ; Alloui-Lombarkia, 2002 ; Ramet, 2011**). Elle constitue une étape importante dans la préparation du fromage : elle s'agit de la transformation du lait liquide en un gel, appelé aussi coagulum ou caillé. On distingue deux types de coagulation : la coagulation acide

et la coagulation enzymatique. Cependant, en fromagerie, la coagulation du lait résulte le plus souvent de l'action combinée d'une enzyme et de l'acidification, seule varie l'importance relative de leur action coagulante respective (**Isselane, 2014**).

### **2.1.1. Première voie : coagulation par voie enzymatique**

Il un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale qui ont la propriété de coaguler le lait.

#### **a. Les enzymes d'origine animale**

- **La présure** : la présure est l'extrait provenant de caillette de jeunes ruminants abattu avant sevrage (**veisseyer,1975**). Constituée de deux fractions actives, l'une majeure, la chymosine l'autre, mineure, la pepsine dans un rapport de masse de chymosine active / masse de pepsine active est inférieur ou égale 1.38. Ses propriétés enzymatiques la font classer parmi les endopeptidases, qui sont à l'origine de la coagulation présure du lait (**veisseyre 1975**). La chymosine hydrolyse les liaisons  $\text{phi } 10^5$  de la caséine K et possède une activité protéolytique générale faible pendant l'affinage du fromage. L'activité optimale de la présure se situe dans un intervalle de PH de 5 à 5.5 et à la température de 42 à 44 C°.
- **Pepsine de poulet** : la pepsine de poulet hydrolyse la plupart des protéines naturelles tels que la caseine, la globuline, et certaines enzymes telle que la trypsine, la papaine et les amylases. Elle attaque préférentiellement les peptides contenant de la L- phénylalanine ou de la tyrosine et plus généralement les acides aminés à noyau aromatiques (**yamamoto,1975**). Elle est extraite du proventricule situé au-dessus du gésier dont il est constitué par des glandes qui sont bordées de cellules spécialisées sécrétant à la fois de l'acide chlorhydrique et une proenzyme protéolytique : le pepsinogène (**Alamareot,1982**). Le pH optimum de la pepsine du poulet est de 2.8 l'enzyme reste stable à PH 8 et devient inactive à PH 8.5 (**Bohak,1999**).

En plus de la pepsine du poulet, il existe d'autres pepsines telles que : pepsine porcine et pepsine bovine.

## **b. L'enzyme d'origine végétale**

Les préparations coagulantes provenant du règne végétal sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieures, tel que le gaillet, l'articlant, le chardon qui ont été et ou sont encore utilisés dans des fabrications de fromages fermiers. D'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales : les ficines, extraites du latex du figuier, la papaïne, extraite des feuilles du papayer et la broméline, extrait de l'ananas.

D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée, qui se traduit par l'apparition des inconvénients technologiques majeurs. En plus, cette activité est très variable car elle est fortement influencée par l'état de maturité de la plante et par les conditions de collecte et de stockage (**Ramet, 1985**).

### **2.1.2. Deuxième voie : coagulation par voie acide**

Le mécanisme de la coagulation acide est de nature électrochimique (**Ramet, 1985**). Elle est provoquée par la flore lactique qui transforme le lactose en acide lactique (**Gelais et al. 2002**). Ou par addition d'une acide minérale ou organique comme l'acide citrique (**Gelais et al. 2002**).

L'acidification entraîne une chute du degré de dissociation des groupements acides (COO, PO<sub>3</sub>H) du phosphocaseinate de calcium. Les ions H<sup>+</sup> libérés par l'acidification neutralisent progressivement les charges électronégatives : la répulsion électrostatique diminue au fur et à mesure de l'enrichissement du milieu en ion H<sup>+</sup>, puis disparaît à la température ambiante, **les** micelles commencent à s'agréger à pH 5.2. Lorsque le pH isoélectrique est atteint (pH 4.6), il y a floculation totale (**Ramet, 1985**).

### **2.1.3. Troisième voie : coagulation mixte :**

Résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique. Dans la pratique industrielle, un gel mixte peut être obtenu selon deux techniques :  
\_soit emprésurant un lait au cours de l'acidification, la coagulation est alors généralement, plus rapide et le gel ainsi obtenu offre des caractères intermédiaires entre un gel présure et un gel lactique.

\_soit en laissant s'acidifier naturellement une caille emprésure, ce qui permet à ce dernier d'acquérir progressivement les caractères lactiques. (Veisseyre ,1975) (tableau1)

**Tableau 1** : Comparaison entre une caille lactique et une caille présure.

(Vignola2002).

Paramètre	Lactique	Présure
Egouttage	Faible	Elevé
Teneur en eau	Elevé	Faible
Teneur minérale	Faible	Elevé
Pouvoir tampon	Faible	Elevé
Teneur résiduelle en lactose	Elevé	Faible
Structure des caséines	Etat dissocié	Etat micellaire 5.00
PH	Faible 4.6	Elastique

## 2.2 Egouttage

Dans un coagulum laissé au repos, l'égouttage se traduit macroscopiquement par une élimination progressive de lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel (Ramet et scher, 1997).il s'agit donc d'une phase essentielle qui conditionne directement la composition du fromage et son devenir au cours de l'affinage (Ramet,1985). Le lactosérum est constitué par la plus grande partie des éléments solubles du lait (lactose, sels minéraux) et quelques fractions insolubles mineures (azotes, matière grasses) sont en effet expulsées du gel conjointement à l'eau. A l'opposé la presque totalité de la caséine et des matières grasses se retrouvent dans le fromage sous forme plus ou moins concentrée en fonction de la teneur en lactosérum résiduel (Ramet, 1985).

## 2.3. Salage

Le salage constitue une phase importante de la fabrication de beaucoup de fromage à l'exception de la plupart des fromages frais qui ne sont pas salés ; il consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium, au taux moyen de 2% (Ramet, 1985) ; elle peut s'élever à 3-4 (Alais et Linden. 1997).

On reconnaît habituellement au chlorure de sodium incorporé dans le fromage un triple rôle :

- Il complète l'égouttage des fromages en favorisant le drainage de la phase aqueuse libre de la pâte. Il modifie également l'hydratation des protéines et par conséquent intervient dans la formation de la croûte.

- Il agit soit directement, soit par activité d'eau (AW) interposée sur le développement des microorganismes, et l'activité des enzymes et de se fait agit sur la phase d'affinage dans son ensemble.
- Il apporte son gout caractéristique et la propriété d'exalter ou de masquer la sapidité de certaines substances apparaissant au cours de maturation du fromage (**Eck et al, 1975**).

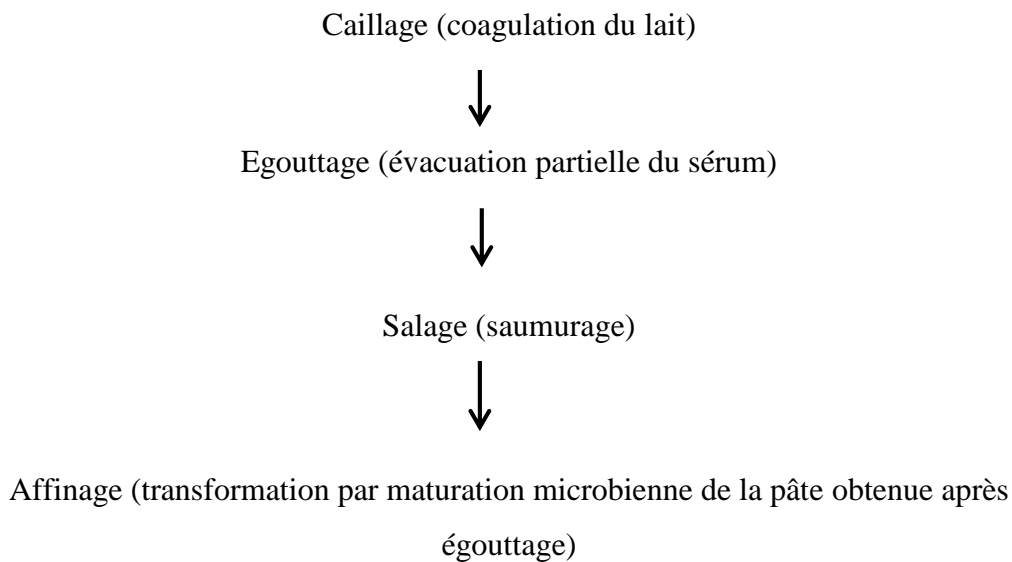
#### 2.4. Affinage

Après le caillage, tous les fromages passent par toute une série de processus de nature microbiologique, biochimique et physique. L'affinage confère au caille des caractères physico-chimiques (acidité, PH, etc.) et organoleptique (consistance, couleur, aspect et arôme, etc.) (**Gripon et al. 1990**). Plusieurs types de dégradation s'effectuent simultanément ou successivement dans la pâte fromagère touchant la fermentation du lactose, la lipolyse et la protéolyse (**Mcsweeney et Sousa, 2000**). Les transformations précitées se font par l'intermédiaire d'agents de maturation et principalement par le microorganisme et les enzymes (**Ramet, 1985**). Ces derniers ont trois origines :

- Les enzymes naturelles du lait : deux sont plus particulièrement importants à considérer, la lipase et la plasmine.
- Les enzymes coagulantes : les protéases utilisées pour la coagulation du lait contribuent de manière efficace à l'affinage (**Ramet, 1985**). La présure a une double activité, l'une très spécifique sur les cassines K, l'autre de protéolyse générale (**Gripon et al.1990**).
- Les enzymes microbiennes : les microorganismes interviennent au cours de l'affinage par action de leur enzyme extracellulaire et intracellulaire (**Gripon et al .1990**).
- Fermentation du lactose : elle débute lors de la coagulation et se poursuit dans l'affinage, le lactose résiduel se transforme en acide lactique sous l'action de la microflore homofermentaire .il y a également production d'éthanol, d'acétate et de dioxyde de carbone. La dégradation du lactosérum par la microflore peut induire des défauts de gout et de texture. Tandis que les levures fermentent le lactose en éthanol et en CO<sub>2</sub> (**Gelais et al. 2002**).
- Protéolyse : est le phénomène le plus complexe et le plus important de la maturation des fromages.

- La pâte fromagère devient plus molle et plus onctueuse (action sur la texture de la pâte). Il y a production de métabolites qui confèrent un arôme et une saveur particulière au fromage (action sur la flaveur) (**Eck, 1975**).
- Lipolyse : c'est un phénomène limite qui participe positivement à l'élaboration des qualités gustatives des fromages, ce sont principalement les lipases des moisissures et des microcoques qui sont les plus actives (**alais et Linden, 1997**). La lipolyse peut être responsable de l'apparition de saveur, d'arôme et de goûts indésirables (**gout de rance et de savon**) (**chilliard et Lambert, 1987 ; vignola, 2002**). Le fromage de chèvre présente une plus grande aptitude à la lipolyse (**Casalta et al.2001**).

La figure 1. Présentent les principales étapes de transformation du lait en fromage



**Figure 1** : Principales étapes de transformation du lait en fromage (**parente et Cogan, 2004**).

### 3. classification des fromages

#### 3.1. Classification du codex Alimentarius

La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex Alimentarius **CODEX STAN A-6-1987** est obtenue après application des trois formules suivantes :

Cette classification selon la norme **CODEX SATN A-6-1999** est donnée dans le tableau 2. Cette classification peut être accompagnée par des formules descriptives appropriées.

Selon la fermeté (Formule 1) 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 dégraisé (TEFD). La deuxième classification (Formule 2) est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total. La troisième classification (Formule 3) les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage, ces classifications sont mentionnées dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage. (FAO/OMS., 1978)

Froumle1		Froumle2		Formule3
TEFD %	Le présent élément de la dénomination sera	MGES%	Le second élément de la dénomination sera	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra dure	<60	Extra gras	1. affinage -principalement en surface -principalement dans la masse 2. affiné aux moisissures a-principalement en surface b-principalement dans la masse 3. frais
49-56	Pâte dure	45-60	Tout gras	
54-63	Pâte demi dure	25-45	Migras	
61-69	Pâte demi molle	10-25	Quart gras	
67<	Pâte molle	<10	Maigre	

TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraisé c'est-à-dire,  $TEFD = \frac{\text{poids de l'eau du fromage}}{\text{poids total du fromage} - \text{matière grasse du fromage}} \times 100$ , MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire,  $MGES = \frac{\text{teneur en matière grasse du fromage}}{\text{poids total du fromage} - \text{eau dans le fromage}} \times 100$

Le fromage est donc classé selon trois critères successifs : sa teneur en eau dans la fraction dégraissée, teneur en matière grasse dans l'extrait sec et son type d'affinage.

#### 4. Qualité des fromages

D'une manière globale, le degré d'acceptabilité du produit par l'utilisateur final définit la qualité du fromage (Peri, 2006). Les critères de qualité englobent les caractéristiques suivantes :

- Caractéristiques sensorielles : il s'agit de la saveur (gout et arôme), la texture (dureté, capacité d'étirement, etc.). C'est un indicateur de qualité très important pour les consommateurs et l'apparence du fromage (uniformité, couleur qui est l'un des caractéristiques les plus importants de la qualité du fromage) (Othman, 2011).
- Ces caractéristiques dépendent essentiellement de la technologie de production ainsi que les propriétés chimiques et microbiologiques de la matière première utilisée (varient en fonction de facteurs d'origine alimentaire, génétique, etc.) (Mistry et al. 2002).
- Composition nutritionnelle : on peut citer la teneur en protéines, en lipides, lactose, sodium et calcium.
- La présence des produits chimiques : par exemple acides gras libres, acides aminés libres.
- La sécurité alimentaire : il s'agit de la conformité de certaines substances comme les amines biogènes aux niveaux recommandés, et l'absence totale de résidus toxiques et d'agents pathogènes.

##### 4.1. Evaluation de la qualité du fromage

Selon Vierling (2003), rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précises qu'en comparaison avec un lait frais.

###### 4.1.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène. La vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (Fredot, 2005).

#### **4.1.2. L'odeur**

Selon **vierling (2003)**, l'odeur est caractéristique le lait en raison de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), a la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

#### **4.1.3. La saveur**

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante les laits chauffés (pasteurisés ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée .il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extramammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

#### **4.1.4. La viscosité**

**Rheotest (2010)** a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur.

### **4.2. Facteurs affectant la qualité des fromages**

Plusieurs facteurs affectent la qualité des fromages soient, la composition chimique du lait, la composition du fromage, la maturation du fromage, la coagulation présure et le processus de fabrication du fromage. La fabrication de fromages de qualité supérieure semble être possible en contrôlant ces facteurs. De nombreux facteurs peuvent être contrôlés facilement. Cependant et malgré tous les efforts déployés en matière de recherche et de contrôle de qualité, il n'est pas encore possible de contrôler certains facteurs (facteurs interactifs) (**Fox et al. 2000**).

#### **4.2.1. Composition chimique du lait**

Le facteur le plus déterminant de la qualité des fromages et qui a une grande influence sur plusieurs aspects de la fabrication (particulièrement sur la coagulabilité

de la présure, la synérèse de caillé et la résistance du gel) est la composition chimique du lait (il s'agit notamment des concentrations de matières grasses, de caséine, du pH et de calcium) (Fox et al. 2000).

Cette dernière est influencée par de nombreux facteurs, notamment l'espèce 80 D'origine, l'individualité, la race, la santé, l'état nutritionnel et le stade de lactation (Law et Tamime, 2010). Plusieurs aspects de la composition chimique du lait sont capables d'être normaliser grâce aux techniques de traitement modernes. Cependant, malgré ces procédures de standardisation dans la fabrication des fromages modernes, il existe certaines variations du lait difficiles d'être corriger, par exemple, les différentes tailles des micelles de caséine, les taux et les polymorphes génétiques de caséines individuelles, le degré de phosphorylation de la caséine et le rapport colloïdal calcium-caséine (Mazal et al. 2007 ; Vianna et al. 2008). Par conséquent, la qualité des fromages est influencée dans leur fabrication non seulement par la concentration de ses principaux constituants, mais également par l'intégrité et la composition de chaque caséine, l'intégrité de son unité structurale (micelle de caséine) ainsi que par son équilibre avec les sels du lait (Law et Tamime, 2010)

#### 4.2.2. Composition du fromage

**Tableau 3** : Composition moyenne des principaux fromages pour 100g (Eck et Gillis, 2006).

Constituants	Fromage frais	Fromage à pâte molle	Fromage fondu
Eau (g)	80,5	50	48
Glucides(g)	4	4	2,5
Protéines (g)	7,5	24	22
Lipides(g)	8,5	20	18
Vitamines	100	400	680
Calcium (mg)	40	700	1650
Sodium (mg)	170	1010	1200

Le fromage est un aliment de base, riche en graisse, protéines, calcium et phosphore, a longue conservation en comparaison de la durée de conservation du lait à partir duquel il est fabriqué.

Le tableau ci-dessous montre la composition chimique du lait

#### **4.2.3. Maturation du fromage**

La maturation est une transformation du caillé frais pendant le stockage en un fromage qui présente les caractéristiques souhaitées en se référant aux modifications biochimiques, microbiologiques, structurelles, physiques et sensorielles. En fonction de la variété de fromage, ces modifications sont associées à des modifications corrélées du pH, du gonflement de la matrice de caséine, de l'hydratation des protéines et de la coalescence des graisses. L'effet de la maturation est majeur sur la qualité de la plupart des fromages (fromages affinés) et dépend essentiellement de la température, de l'humidité et de l'emballage (**Law et Tamime 2010**).

Comme la phase lipidique dans le fromage est discontinue et ne contribue pas beaucoup à la cohérence globale du fromage, la diminution de la fermeté (ramollissement) du fromage est provoquée par la dégradation de la matrice protéique. Le développement de la texture des fromages comporte deux phases essentielles. La première comporte une transformation de la texture caoutchouteuse du jeune fromage en une texture plus lisse caractéristique de la variété spécifique sous l'action de la protéolyse. La deuxième phase consiste un changement plus graduel de la texture du fromage (**Lawrence et al. 1987**).

#### **4.2.5. Processus de fabrication du fromage**

Le fromage est le produit obtenu par coagulation du lait suivie d'un égouttage du Coagulum .il est essentiellement constitué d'un gel de caséine retenant les globules gras et une partie ou moins importante de la phase aqueuse du lait.

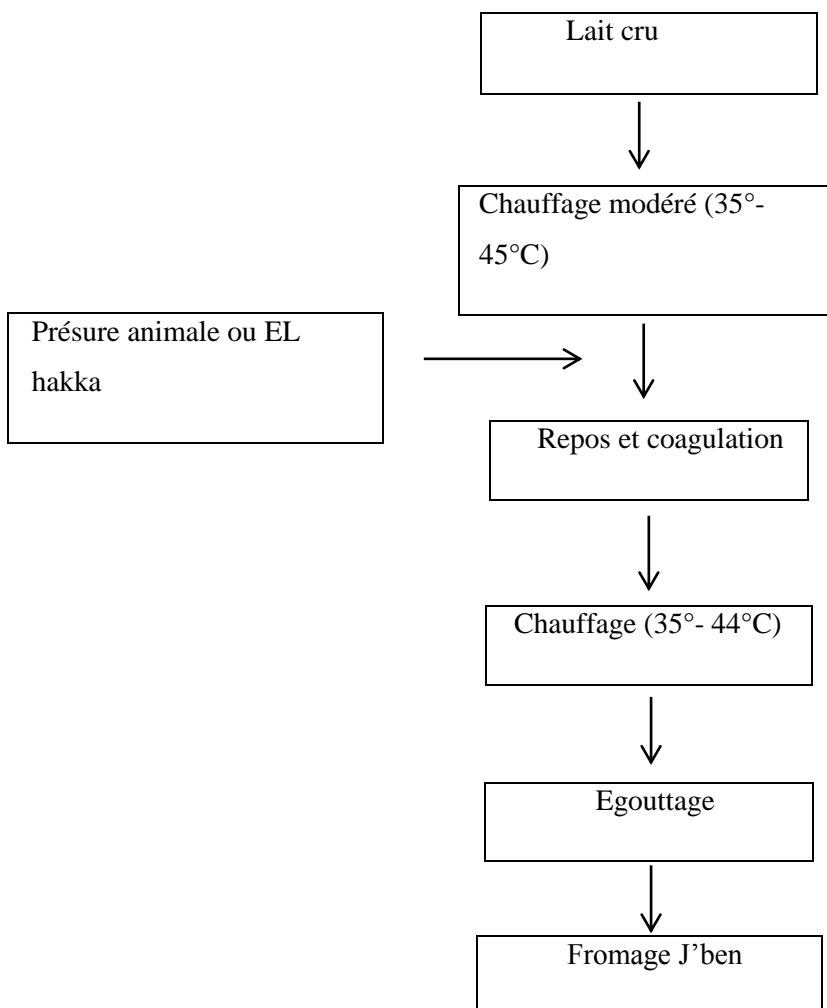
La fabrication du fromage comprend trois étapes :

- Coagulation ou formation du gel ou coagulum.
- Egouttage ou déshydratation du gel aboutissant à une caille.
- Affinage ou digestion enzymatique de la caille.

Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais consommés après égouttage. Ces trois étapes sont généralement précédées d'une phase préalable de Préparation du lait. (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

## 5. Technologies de fabrication du fromage traditionnel

Le fromage J'ben est un fromage frais préparé traditionnellement dans plusieurs régions de l'Algérie notamment dans les zones rurales. Plusieurs techniques de fabrication sont utilisées pour préparer le fromage J'ben ce qui aboutit à des produits aux caractéristiques très variées (Mennane et al. 2007). La fabrication de ce fromage traditionnel algérien est affectée par plusieurs facteurs. Afin d'avoir les meilleures performances au cours de la fabrication, il est bien évident de déterminer ces facteurs et de les optimiser. Le choix de la méthode d'optimisation présente une importance primordiale où une optimisation incorrecte provoque une faible production de ce fromage



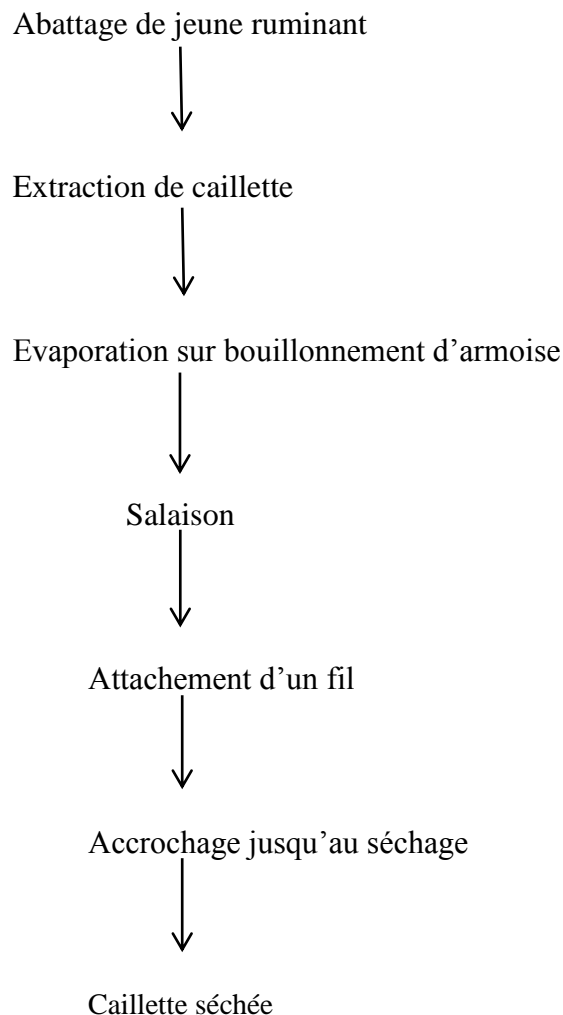
**Figure 2 :** Schéma de fabrication traditionnelle du fromage traditionnel.

## 5.2. Agents coagulants le lait autochtones utilisés en Algérie

### 5.2.1. Agents coagulants d'origine animale

#### ➤ Caillette

Dans la fabrication traditionnelle du fromage J'ben la caillette des jeunes ruminants est fréquemment utilisée par les femmes algériennes. Il s'agit de la quatrième poche de l'estomac des veaux, des chevreaux et d'agneaux qui ne boivent que du lait à leur naissance (ruminants non sevrés). La caillette est récupérée, rincée à l'eau puis saupoudrée avec du sel. Par la suite, les deux extrémités sont bouchées et la caillette est séchée à l'air libre pendant des périodes variantes de 15 jours à 1 mois selon la saison. La caillette séchée est découpée en morceaux puis conservée pendant 6 mois (figure 5).



**Figure 3 :** Méthode traditionnelle de la préparation de la caillette. (République Algérienne et populaire de l'enseignement supérieure)

La caillette possède des glandes digestives avec une muqueuse sécrétrice. Elle se caractérise de plusieurs replis disposés à la manière de valvules qui s'opposent au reflux des aliments. L'enzyme responsable de la coagulation du lait par la caillette est la présure. Cette dernière renferme deux protéases gastriques actives à pH acide (protéases acides) la chymosine (avec effet coagulant) et la pepsine (**Benyahia, 2013**). La chymosine est sécrétée principalement dans le fœtus et l'estomac des nouveau-nés, et son taux diminue graduellement jusqu'à ce qu'elle devienne absente chez l'adulte (**Foltmann, 1971**).

### 5.2.2. Agents coagulants d'origine végétale

#### ➤ El Hekka (présure végétale)

Un agent coagulant le lait d'origine végétale est utilisé pour la fabrication traditionnelle du J'ben en Algérie. Cet agent nommé El Hekka est représenté par les fleurs de chardons et les fleurs d'artichaut. Ces dernières sont cueillies et séchées à l'air libre puis conservées. Le lait utilisé pour la coagulation est le lait de brebis ou de chèvre.

Le chardon (*Cynara cardunculus* L) pousse sur les sols argileux dans des endroits pierreux. Il est utilisé pour coaguler principalement le lait de brebis. Son utilisation dans le lait de vache provoque une modification de texture et de goûts (plus acide et amer) des produits laitiers du fait de son activité protéolytique non coagulante **élevée** (**Chazarra et al. 2007 ; Jacob et al. 2011**).

L'artichaut (*Cynara scolymus* L) possède les mêmes propriétés coagulantes que le chardon dont leur activité coagulante résulte de la présence des protéinases aspartiques à caractère acide qui rompent la liaison phénylalanine<sup>105</sup>-méthionine<sup>106</sup> de la caséine-k. Ces protéinases appelées cardosine A et cardosine B possèdent des caractéristiques et activités similaires de la chymosine et la pepsine (**Silva et al. 2003**).

## 5.3. Les facteurs influençant sur la fabrication de fromage traditionnel

### 5.3.1. Le pH

L'abaissement du pH du lait entraîne une solubilisation des minéraux micellaires (calcium, magnésium, phosphates et citrates inorganiques). Les ions H<sup>+</sup>, peuvent être déterminés par Bactéries lactiques ou formés par addition d'acides, phosphates inorganiques protonés le citrate est dans la phase soluble. Facilite l'ionisation de

CaHPO<sub>4</sub>, augmentant ainsi l'activité des ions calcium (Ca<sup>+2</sup>), induit ensuite le calcium et le phosphate à partir de Phase colloïdale en phase soluble. Dans le lait, le phosphate micellaire et le calcium De même, il se dissout complètement à pH 5,2. En dessous de ce PH. Le calcium et le magnésium colloïdal restent interagissent directement avec le résidu Caséine phosphosérine. Concentration de caséine micellaire. Solubilisation des minéraux micellaires. Plus la concentration de caséine micellaire dans le lait est élevée. Plus il a besoin d'être abaissé à un pH acide pour une dissolution complète Minéraux (Gaucheron et al.,2003)

### 5.3.2.la température

Le refroidissement du lait à basse température favorise la dissolution du phosphate de calcium. Par exemple, le lait stocké à 4°C pendant 48 heures a montré 10% de calcium et de phosphate inorganique soluble et 20% de calcium ionisé par rapport aux niveaux de lait à 20°C (Gaucheron et al.,2003).

A l'inverse, le traitement thermique du lait réduit la solubilité des minéraux. Cependant, ces transitions de phase sont réversibles. L'organisation des protéines est également affectée par les changements de température. La diminution de la température du lait est associée au transfert de l' $\alpha$ -caséine des micelles vers la phase aqueuse, notamment en raison de l'affaiblissement des interactions hydrophobes (Gaucheron et al.,2003).



# **MATERIEL ET METHODES**

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de microbiologie, département de l'agronomie, université TELIDJI AMAR - Laghouat, dans le but d'évaluer les propriétés organoleptiques et microbiologique de 13 échantillons du j'ben conditionné pour connaître l'effet des paramètres technologique sur ses qualités.

## 1. Fabrication de fromage traditionnel

### 1.1. Matériel utilisé

#### 1.1.1 Le lait

Dans notre étude nous avons utilisé le lait de vache frais, Le lait cru est un liquide blanc opaque au goût légèrement sucré qui constitue un aliment Sécration complète et équilibrée Le lait utilisé dans notre est ramène d'une ferme de notre région de Laghouat.



**Figure 4 :** Photographie originale représente du lait utilisé dans la fabrication du J'ben

#### 1.1.2 La présure

La présure utilisée dans notre étude c'est de type CHY-MAX la figure ci-dessous représente la présure utilisée.



**Figure 5** : Photographie originale de la présure utilisée pour la fabrication du J'ben.

### **1.1. 3 Les additifs**

Les additifs alimentaires utilisés dans notre étude sont comme suivis :

- Les noisettes
- Ails amusants

### **1.1.4 Appareillage**

- Balances
- Etuve électrique
- Plaque chauffante

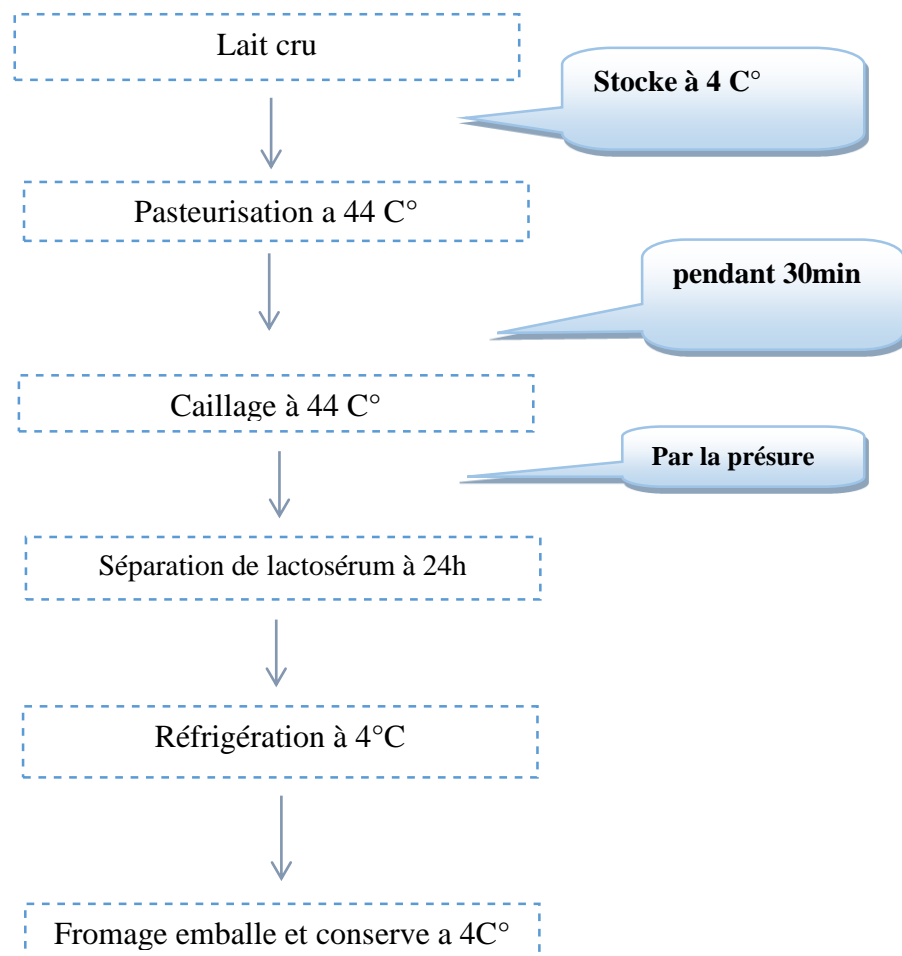
### **1.1.5 Verrerie et autres**

- Micro pipette
- Les tube
- Erlenmeyer
- Spatule
- Becher
- Agitateur

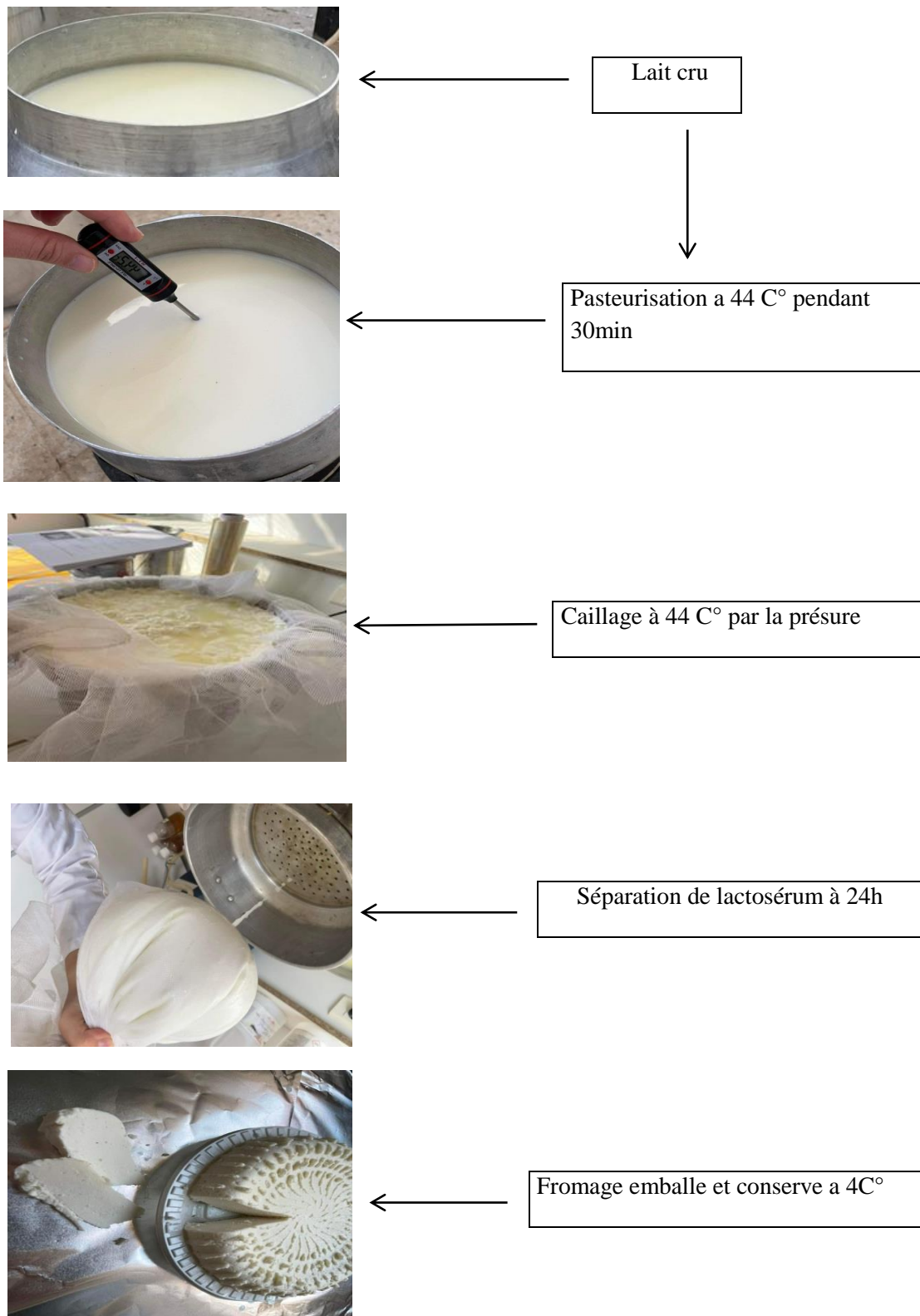
## 1.2. Méthodes

### 1.2.1. Les étapes standard de fabrication de J'ben

Le lait a été d'abord chauffé à température de 44 C° pendant 30 min, en ajoutant la présure de type CHY-MAX. Puis on procède : la coagulation de fait pendant 40 minute. la suit le lactosérum a été séparé du fromage qui a subi 1 égouttage pendant 24h. lactosérum a été retiré le fromage a été emballé immédiatement et stockés à 4 C° (Mennane *et al.* 2007).



**Figure 6 :** Diagramme de fabrication du fromage traditionnel.



**Figure 7 :** Diagramme de fabrication du fromage traditionnel (J'ben).

### 1.3 Optimisation de la fabrication de J'ben par Plackett Burman

#### 1.3.1. Le plan expérimental

L'identification des constituants essentiels pour améliorer la production de j'ben été réalisée à l'aide du plan statistique Plackett-Burman (**Plackett et Burmann, 1946**). Le choix de Plackett-Burman est pour identifier les facteurs les plus importants au début de l'expérimentation. Selon **Sasirekha et al. (2012)**, le plan de Plackett-Burman est un plan de criblage qui vise à identifier les facteurs les plus importants ayant une incidence sur le procédé étudié.

Au total, quatre facteurs (facteur  $k = 4$ , Tableau 4) sont sélectionnés pour cette étude. Chaque variable représentant deux niveaux, maximum (+) et minimum (-) (Tableau 4). L'analyse statistique des résultats a été réalisée à l'aide d'un logiciel de conception statistique Minitab 17.1.0.

**Tableau 4** : Facteurs utilisés pour l'optimisation de la production de j'ben.

Codes	Facteur	Min (-)	Max (+)
X <sub>1</sub>	Temperature	4	7
X <sub>2</sub>	pH	45	60
X <sub>3</sub>	Pressure	abbats	Présure
X <sub>4</sub>	Goût supplémentaire	ails	Noisettes

X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub> : Codes des différents facteurs sélectionnés; Min (-): niveau bas des facteurs; Max (+): niveau haut des facteurs.

La matrice du plan d'expériences de Plackett-Burman obtenue par le Minitab 17.1.0 est représentée dans le Tableau 5. Au total, 12 essais sont à réaliser. En comparaison avec le J'ben fabriqué sous conditions standards.

**Tableau 5** : Matrice du plan d'expérience de Plackett-Burman.

Essais	Facteurs			
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1	-	-	+	+
2	+	+	-	+
3	-	+	+	+
4	+	-	-	-
5	+	-	+	-
6	-	+	+	-
7	+	-	+	+
8	-	-	-	-
9	+	+	+	-
10	-	+	-	-
11	+	+	-	+
12	-	-	-	+
13	0	0	0	0

X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub> : Différents facteurs assignés ; - : niveau bas des facteurs ; + : niveau élevé des facteurs.

#### 1.4. Détermination de l'effet des facteurs sur la qualité organoleptique de j'ben

##### 1.4.1. Analyses sensorielles

Lors de cette mesure, le travail est focalisé sur l'impact des différents paramètres technologiques, à savoir l'origine du lait, les additifs, le sucre, les ferments lactiques, et la concentration sur la qualité organoleptique du fromage traditionnel.

Pour ce faire, nous avons utilisé l'analyse descriptive, outil de sélection permettant de différencier la production qualitative et quantitative des lots j'ben, l'analyse sensorielle nécessite les éléments suivants :

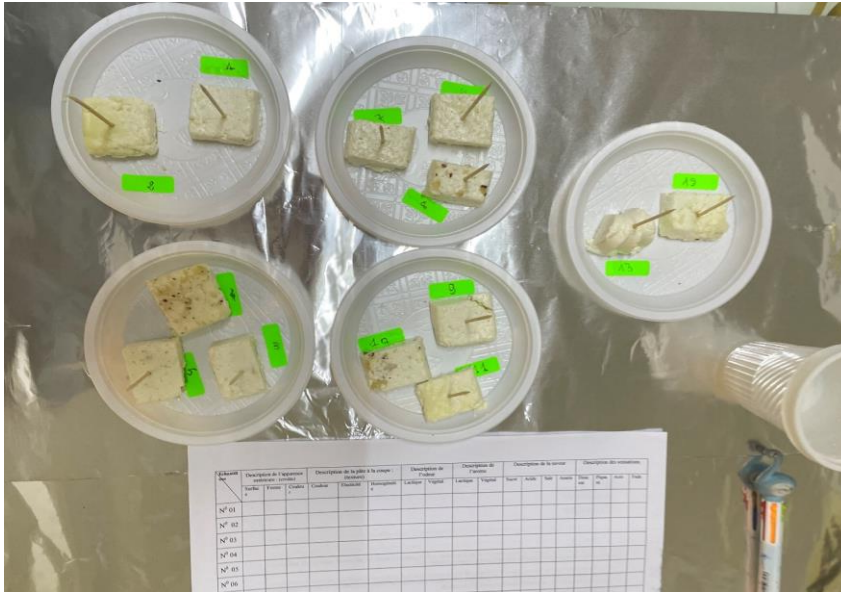
##### 1.4.2. Le dégustateur

Le panel était composé de 17 sujets, du personnel de laboratoire et des membres de la famille, dont quatre avaient subi des tests sensoriels de différents produits, y compris des produits laitiers, entre 17 et 60 ans

### 1.4.3. Le produit

Au moment de dégustation chaque membre avait en face de lui 13 échantillons de fromage traditionnel (j'ben) enlevés du réfrigérateur 1 h avant le début de session d'évaluation à une température de 6 à 8°C.

Chaque type de fromage est présenté dans une assiette en plastique et étiqueté avec un code de +2 chiffres. L'ordre de présentation des échantillons est randomisé (figure 08).



### 1.4.4. La fiche de l'évaluation sensorielle des produits des j'ben

Les panels ont été invité à évaluer 13 produits codés sur un formulaire d'évaluation sensorielle pour évaluer un ensemble de termes décrivant différents attributs sensoriels de j'ben. Les paramètres visés sont les suivants : couleur, odeur, goût sucré, texture, arôme et acidité.

Les dégustateurs doivent noter chaque critère sur une échelle de 0 à 5 en fonction de la force de chaque attribut. La fiche de dégustation que l'on a procédé de notre étude est représentée ci-dessous.

**Fiche de dégustation du fromage**

PRODUIT  
NOMBRE DE PRODUIT  
NOM ET PRENOM :  
SEXE :  
DEGUSTATEUR N° :

*En Algérie; le Jben est le produit laitier traditionnel le plus populaire qui est préparé à partir du lait cru en utilisant des procédures traditionnelles à la maison par l'ajout de différents agents coagulants autochtones.*

*En vue d'apprécier la qualité organoleptique de ce produit de terroir algérien, on vous propose 13 échantillons fabriqués au laboratoire. Cette évaluation sensorielle de ce fromage traditionnel frais a été établie dans le but, de définir la qualité de ce produit traditionnel (L'évaluation sensorielle est un critère primordial pour juger la qualité).*

*Comptant sur votre précieuse évaluation. Veuillez agréer nos salutations distinguées.*

Echantillon N°	Description de l'apparence extérieure : (croûte)			Description de la pâte à la coupe : (texture)			Description de l'odeur		Description de l'arome		Description de la saveur				Description des sensations				
	Surface	Forme	Couleur	Couleur	Elasticité	Homogénéité	Lactique	Végétal	Lactique	Végétal	Sucré	Acide	Salé	Amère	Douceur	Piquant	Acre	Fade	
N° 01																			
N° 02																			
N° 03																			
N° 04																			
N° 05																			
N° 06																			
N° 07																			
N° 08																			
N° 09																			
N° 10																			
N° 11																			
N° 12																			
N° 13																			

Echelle :0-5

### 1.4.5. Déroulement des séances de l'analyse sensorielle

Les tests sensoriels ont commencé le deuxième jour après la préparation du produit, dans un salle de note département de 10h00 à 12h00, période pendant laquelle les conditions mises en place pour l'analyse ont été respectées dans la mesure du possible, essentiellement l'hygiène des locaux. , l'éclairage, l'isolement des panélistes les uns des autres, la présence d'une ventilation, la présence de calme, l'anonymat des échantillons et l'accès au matériel nécessaire à l'analyse, à savoir verres à boire, cuillères, crayons, mouchoirs et autres formulaires d'évaluation et aussi les membre de la famille que fait à la maison le même principe (figure 09)

- Les dégustateurs doivent rincer leur bouche au début de la séance et après chaque dégustation pour garder la sensibilité constante.
- Les dégustateurs doivent changer la cuillère d'un échantillon à l'autre à fin d'éviter les phénomènes de saturation, des petites quantités de chaque échantillon suffisent pour évaluer les paramètres recherchés.
- Toutes les épreuves se sont déroulées en notre présence pour donner plus d'explication, ainsi que pour s'assurer du bon déroulement de la séance.



**Figure 9 :** Photographie originale représente le déroulement de séance dès l'analyse sensorielle.

## 2. Effet des facteurs étudiés sur la qualité microbiologique du fromage traditionnel

### 2.1. Préparation de dilution mère

Chaque 13 échantillon :

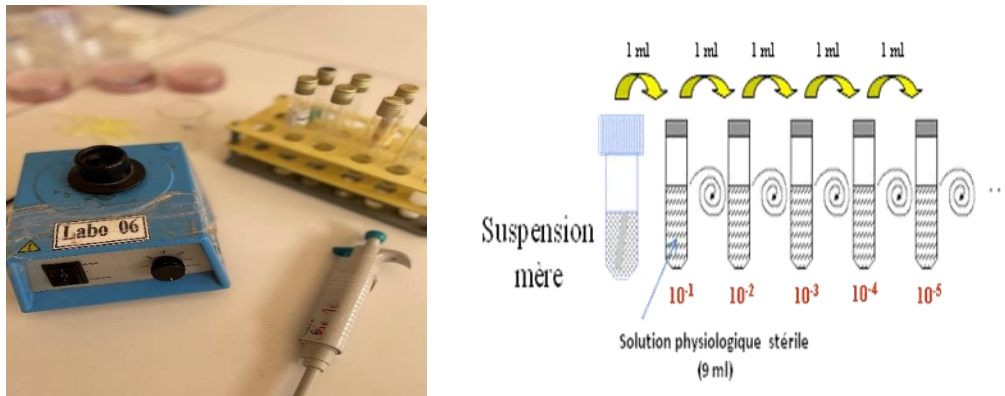
Dans des conditions stériles et à l'aide de matériel stérilisé (couteaux, pinces, etc.), nous Prendre 1g de j'ben (pendant 5 jour ) et 9ml d'eau physiologique dans un tube et bien agiter La suspension obtenue est bien homogène et l'eau physiologique est conçue pour maintenir La survie des micro-organismes empêche leur reproduction. La préparation obtenue Représente une dilution  $10^{-1}$



**Figure 10** : préparation de dilution mère

### 2.2. Préparation des dilutions décimales

Des dilutions doivent être faites à partir de chaque suspension mère préparée. Pour chaque suspension mère, le nombre de tubes est préparé en fonction du nombre de dilutions que l'on souhaite obtenir. Toujours dans des conditions stériles, transférer 1 ml de la suspension mère dans le premier tube à essai pour obtenir une dilution finale de  $10^{-2}$ , puis prélever 1 ml du premier tube à essai, bien agiter et verser dans le second tube à essai. Dilution  $10^{-3}$ . (Chaque 13 échantillon



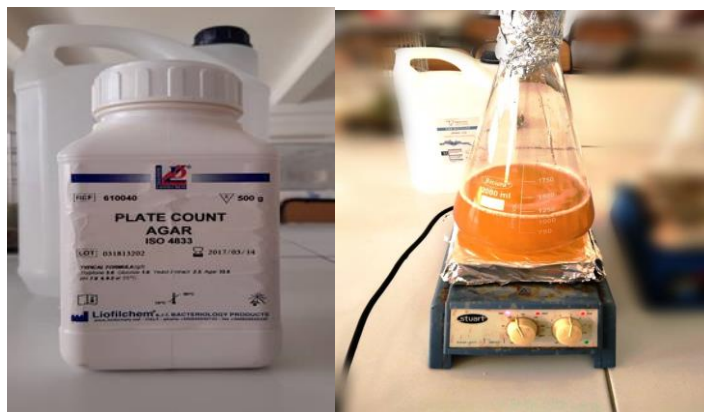
**Figure 11** : Préparation des déluitions décimales

## 2.3. Recherche et dénombrement des principaux groupes microbiens

### 2.3.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT)

#### ❖ Milieu PCA

Mélanger 23,5 g dans 1 litre d'eau distillée. Chauffer jusqu'à dissolution complète. Stériliser en autoclave à 121°C pendant 15 minutes.



**Figure 12** : préparation de milieu culture PCA

Dénombrement de la FAMT est effectué sur le milieu PCA. Les boites sont incubées à 30°C pendant 72 heures.

### 2.3.2 Recherche et dénombrement du coliform total et des coliformes fécaux

#### ❖ Milieu VRBL

Mettre en suspension 41.5 grammes de milieu dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Peut également être reparti et stérilisé a 118°C pendant 15 minutes



**Figure 13** : préparation de milieu culture VRBL

#### ❖ Coliformes totaux

Cela comprend l'ensemencement de 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  et  $10^{-3}$  en surface dans environ 15 ml VRBL dans une boîte de Pétri. Incuber à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24-48 heures (Guiraud,1998). 3 répétitions ont été effectuées pour chaque traitement.

#### ❖ Coliformes fécaux

Il s'agit d'ensemencer 0,1 ml de la dilution  $10^{-1}$  et  $10^{-3}$  Surface de VRBL (voir Annexe) après solidification. Incuber 24 heures à  $44^{\circ}\text{C}$  (Guiraud, 1998). 3 répétitions ont été effectuées pour chaque traitement.

### 2.3.3. Dénombrement des levures et des moisissures

#### • Milieu Sabouraud

Mélanger 65 g dans 1 litre d'eau distillée. Chauffer jusqu'à dissolution complète. Stériliser en autoclave à  $118-121^{\circ}\text{C}$  pendant 15 minutes.



**Figure 14** : préparation de milieu culture sabouraud

Le dénombrement des levures et moisissures est réalisé en surface, en introduit sont 0,1mL des dilutions  $10^{-1}$  et  $10^{-3}$  à l'en surface milieu Sabouraud après sa solidification, puis on étale à l'aide d'une anse en platine. 3 répétitions ont été effectués pour chaque traitement. Les boites sont incubées à 25°C pendant 3-5 jours. On tient compte de dénombrer les levures à part et les moisissures à part (**Lebres et al, 2002**).

### **3. Analyse statistique :**

Toutes les données collectées sont mises à une analyse statique par l'logiciel Minitab 17.

# RESULTATS ET DISCUSSIONS

## 1. Résultat d'effet des facteurs variables sur la qualité du j'ben

Il s'agit d'identifier les attributs sensoriels qui discriminent le mieux les produits, ainsi que de déterminer les caractéristiques des produits préparés en fonction des préférences du panel expert.

Dix-sept panélistes ont été sélectionnés pour mener à bien cette évaluation sensorielle des douze types de j'ben. Les qualités organoleptiques évaluées concernent la couleur, l'odeur, le sucre, la texture, l'arôme, la croûte et l'acidité. Chaque attribut est mesuré selon une échelle d'intensité universelle de 0 à 5. La figure 15 montre l'aspect visuel de quelques exemples des j'ben destinés à l'analyse sensorielle.

La planification expérimentale est une étape essentielle pour s'assurer que les données collectées peuvent être utilisées dans des conditions statistiques optimales. Avant que divers tests ne soient effectués sur MINITAB, un plan expérimental a été élaboré. Une fois les données du jury d'experts reportées sur le logiciel, le programme de génération du plan expérimental démarre.

Le but de ce test est de créer une conception expérimentale optimale dans un cadre expérimental conçu pour simuler les préférences d'un groupe de consommateurs ou d'experts pour différents produits.



**Figure 15 :** Photographie originale représente quelques exemples du J'ben fabriqué

## 1.2. Résultats de l'effet des paramètres technologiques sur la qualité du J'ben

Le programme Plackett-Burman est un programme de dépistage qui identifie les éléments les plus influents d'un ensemble initial de facteurs ayant un effet positif sur la qualité du j'ben. Il est souvent utilisé le plus dans des études similaires. En raison de son économie en termes de nombre d'essais.

Cette procédure compare le changement de réponse causé par deux sources :

- Les variations du facteur étudié.
- Les variations de grandeurs considérées comme n'ayant pas d'effets sur la réponse.

Les résultats de la réponse (dégustation) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 6** : Plan de Plackett-Burman d'après la matrice d'expérimentation.

<b>Matrice design Plackett-Burman</b>					
<b>Essai</b>	<b>Température</b>	<b>PH</b>	<b>Présure</b>	<b>Gout supplémentaire</b>	<b>Réponse</b>
1	-	-	-	+	39,17
2	-	-	+	+	48,38
3	+	+	-	+	37,94
4	+	-	+	+	46
5	-	-	-	-	35,64
6	-	+	-	-	33,50
7	+	-	+	-	36,70
8	+	+	+	-	39,70
9	-	+	+	-	40,61
10	-	+	+	+	47,58
11	+	-	-	-	28,47
12	+	+	-	+	46,94
13	0	0	0	0	39,11

### 1.3. Analyse statistique des résultats

Le traitement des données expérimentales de nos résultats a été faite au moyen du logiciel Minitab 18.

Les résultats des analyses statistiques des données sont représentés dans le tableau07, Pour l'ensemble des variables testées, les facteurs qui ont semblé avoir des effets positifs et Significatifs ( $P < 0.05$ ) sont le gout supplémentaire et la présure et avec des Moyennes carrées égales à 220,01, 116,09 respectivement. Tandis que, les niveaux élevés des autres facteurs comme le ph et la température ont présenté des effets négatifs sur la qualité du j'ben.

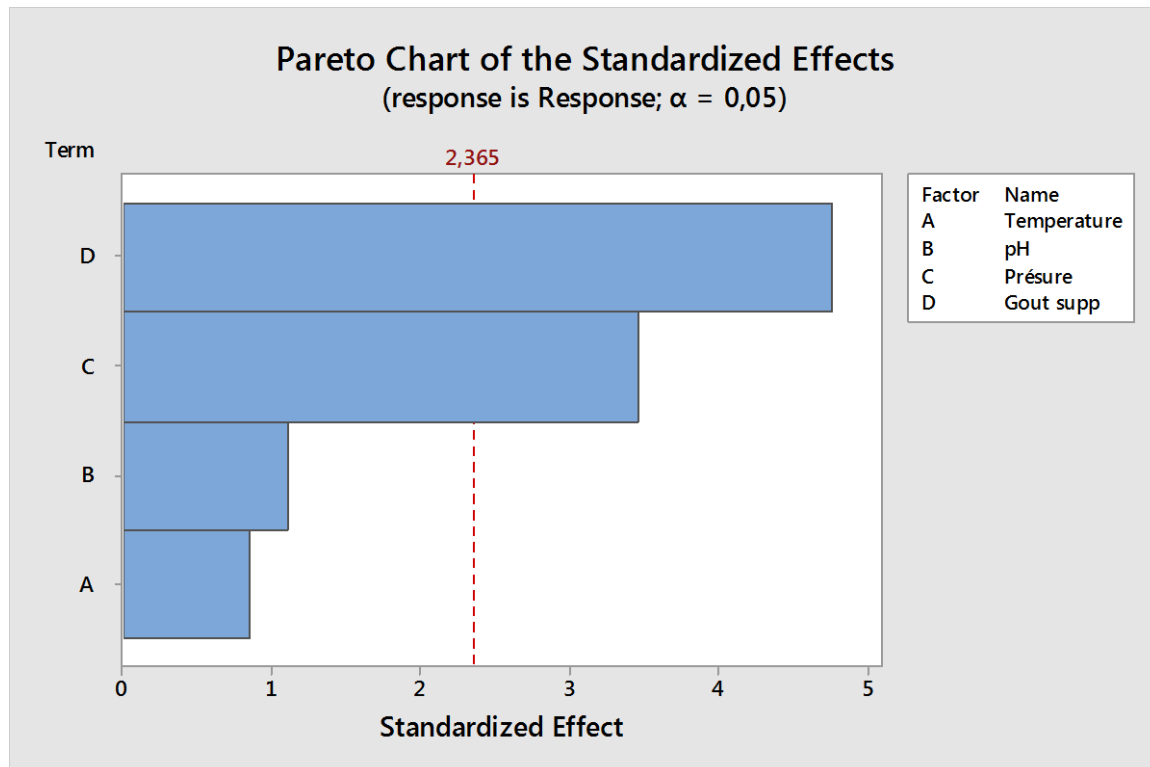
**Tableau 7 :** Degré de variables indépendantes à effet positif ou négatif sur la qualité du j'ben selon les niveaux du plan d'expérience de Plackett-Burman

<b>Facteur</b>	<b>Effet</b>	<b>Coefficient</b>	<b>SE coefficient</b>	<b>T- value</b>	<b>P- value</b>	<b>VIF</b>	<b>Niveau de signification</b>
<b>Température</b>	-1.525	-0.762	0.896	-0.85	0.423	1.00	<b>NS</b>
<b>pH</b>	1.985	0.993	0.896	1.11	0.305	1.00	<b>NS</b>
<b>Présure</b>	6.221	3.110	0.896	3.47	0.010	1.00	<b>S</b>
<b>Goût supplémentaire</b>	8.564	4.282	0.896	4.78	0.002	1.00	<b>S</b>

ES : Erreur standard ; N.S : non significatif ; S : significatif.

### 1.4. Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est représenté dans la Figure16. Ce diagramme permet d'extraire les paramètres les plus importants parmi tous les facteurs étudiés au niveau de confiance choisi ( $\alpha = 0,05$ ) et de les catégoriser par ordre d'importance, barre vs ligne de référence  $P(2,365)$  intersection distingue les facteurs ayant un effet significatif de ceux ayant un effet non significatif au seuil de  $P < 0,05$ , et la longueur des barres est proportionnelle à l'importance de l'effet du facteur.



**Figure 16 :** Diagramme de Pareto montrant l'effet de quatre facteurs sur la qualité du j'ben.

Le diagramme de Pareto confirme les résultats représentés dans le tableau n°7 .il montre l'influence des facteurs sur la qualité de J'ben. Selon la figure 17, nous avons remarqué que le facteur gout supplémentaire possède l'impact le plus important sur la qualité du j'ben avec la valeur de  $P$  de 0.002 ( $p < 0.05$ ), son effet est significatif et positif et peut être révélé clairement par le tableau 10 avec 8.564. Il est suivi de l'effet de la présure qui lui aussi influencent significativement ( $p=0.002$ ), ( $p=0.005$ ) et positivement (6,221).

Les autres variables (pH, la température) ont montré des valeurs de  $P$  supérieur à 0.05 et sont alors considérés comme facteurs ayant des effets non significatifs et n'ont pas d'influence sur la qualité au niveau de confiance choisi ( $\alpha = 0,05$ ).

Le signe positif de chacun des facteurs (pH, température, présure, gout supplémentaire) indique que la valeur maximale de ces facteurs entraîne une réponse plus élevée qu'avec la valeur minimale. Le facteur (température) possède un signe négatif ce qui indique que la valeur minimale de ce facteur se traduit par une réponse plus élevée.

La valeur obtenue de coefficient de détermination ( $R^2$ ) est estimée à 0.9538, ce qui est proche de 1. Ceci indique la capacité du modèle à expliquer 95.38% des variations et suggère une excellente corrélation entre les valeurs observées et prévues. la valeur élevée du  $R^2$  ajusté

(91.20%) témoignes de l'efficacité, la significativité et l'adéquation du modèle proposé avec des valeurs très satisfaisantes de  $R^2$  et  $R^2$  ajusté.

L'équation de régression linéaire obtenue est la suivante :

$$Y = d_0 - 0,762 X_1 + 0,993 X_2 + 3,110 X_3 + 4,282 X_4$$

Y : Qualité organoleptique,  $d_0$  : 40.056,  $X_1$ : Température,  $X_2$  : pH,  $X_3$  : présure,  $X_4$  : gout supplémentaire

Les facteurs pris en compte dans cette étude sont considérés comme l'un des facteurs les plus importants pour déterminer la qualité et les propriétés organoleptiques du J'ben. De plus, les niveaux choisis pour chaque variable correspondent aux niveaux généralement utilisés pour produire différents types de j'ben pour répondre à la demande des consommateurs.

L'utilisation d'un plan composé centré est un moyen efficace d'analyser les effets individuels et combinés des variables sélectionnées et d'optimiser les propriétés techniques et de production de j'ben pour obtenir un produit final aux propriétés souhaitées, comme cela a été démontré pour d'autres produits alimentaires.

## 2. Discussion

Selon le plan expérimental de Plackett-Burman, 12 essais ont été menés pour optimiser les facteurs de fabrication du j'ben. L'objectif fondamental de ce programme est de classer et d'identifier les facteurs les plus importants qui ont un impact significatif sur les sujets de recherche (**Sasirekha et al., 2012**). La valeur de  $R^2$ , le  $R^2$  ajusté confirme l'adéquation du modèle. Les modèles avec des valeurs de  $R^2$  proches de 1 ont été jugés adéquats (**Chen et al., 2009 ; Sasirekha et al., 2012**). Dans notre étude, deux facteurs semblaient avoir un effet significatif sur la qualité du j'ben. Ce sont : la présure et le gout supplémentaire.

Selon le tableau 07, On remarque que le gout supplémentaire a un effet significatif avec la valeur de p de 0.001 ( $p < 0.05$ ) et un effet de 8.564, c'est en parallèle avec **Lesme (2019)** qui annonce que la nature du gout supplémentaire n'a pas d'impact sur la fermeté de j'ben, sur le déplacement à la rupture, ou sur l'aspect collant de j'ben. Le gout semble avoir un impact significatif sur la consistance de fromage traditionnel. Ce qui confirme les résultats obtenus dans notre étude.

Abondance de protéines et de matières grasses dans la matière première (lait cru) Il existe également des effets sur les propriétés organoleptiques du fromage.

---

Pour cela, dans notre étude Nous avons préparé le fromage de la même étude avec le même lait (pour chaque étude Le fromage préparé a les mêmes caractéristiques principales) **(Amimour,2019)**.

Habituellement, le caillage du fromage frais est basé sur l'Action de bactéries acidifiantes ou de composés à effet acidifiant. Fromage blanc La caractéristique ainsi obtenue est le faible pH. Plusieurs méthodes sont utilisées dans L'Algérie est utilisée pour produire le fromage traditionnel J'ben. Méthode la plus utilisée dans cette étude, elle était basée sur l'action principale de la présure dans la coagulation du lait. Caillot la coagulation qui en résulte est caractérisée par un pH plus faible**(Amimour,2019)**.

### **3. Résultats des analyses microbiologiques**

Les principales analyses microbiologiques fréquemment utilisées dans le domaine de contrôle de qualité sont effectuées pour les 12 échantillons de j'ben fabriqués.

#### **3.1.-Recherche et dénombrement des bactéries mésophiles**

##### **3.1.1. La flore mésophile totale**

C'est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer l'UFC par les 3 flores : thermophile à 45°C, mésophile à 20-40°C et psychrophile à 20°C

Les valeurs trouvées après dénombrement de la flore mésophile totale des 13 échantillons sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau 8** : Résultats de dénombrement de la flore totale aérobie mésophile sur GN en Log (UFC/ml ou g) des différents échantillons.

Echantillons	Nombres de colonies UFC/ml
1	$280.10^3$
2	Abs
3	$30.10^3$
4	Abs
5	Abs
6	Abs
7	Abs
8	$27.10^3$
9	Abs
10	Abs
11	Abs
12	$30.10^3$
13	$29.10^3$



**Figure17** : Photographie Original représente le dénombrement de la flore mésophile

Les résultats obtenus ont montré que dans les échantillons 1 ; 3 ; 8 ; 12 et 13 le nombre était inférieur à la norme fixée à  $10^5$  UFC/ml donc la qualité de j'ben est bonne. Cependant, nous avons observé une absence de la flore mésophile pour les autres échantillons. A été absent parce que la plus-part d'échantillon il contient d'ail (gout supplémentaire). Alors ail est responsable à ralentir la croissance microbienne.

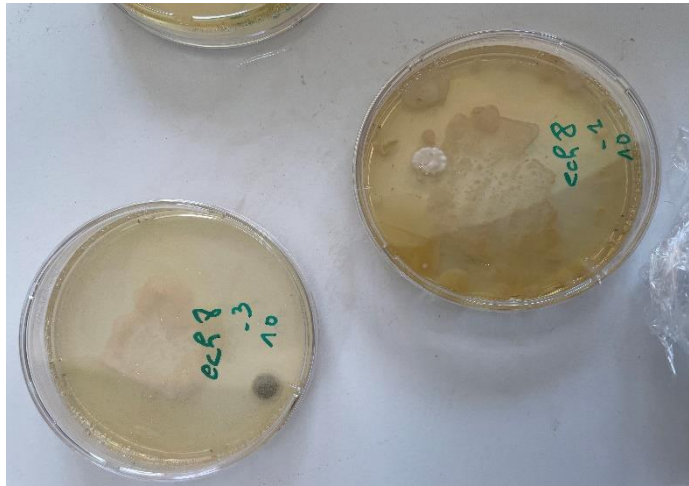
## 1.2. Levures et moisissures

Les valeurs trouvées des levures et moisissures à la surface de la gélose Sabouraud, sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 9** : Résultats de dénombrement de levures et moisissures sur milieu Sabouraud

Echantillons	Nombre de colonie UFC/ml
1	Abs
2	Abs
3	150
4	Abs
5	150
6	Abs
7	200
8	170
9	$8.10^3$
10	$45.10^3$
11	$62.10^3$
12	$77.10^3$
13	$67.10^3$

Abs : Absence



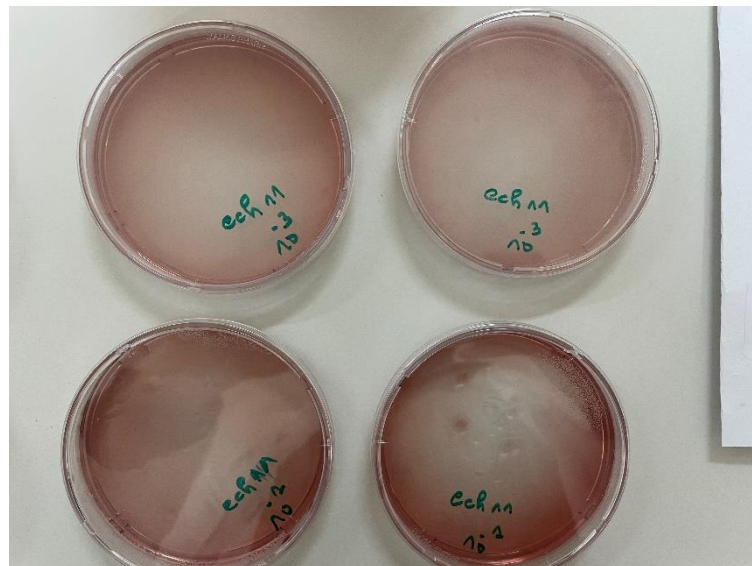
**Figure 18 :** Photographie Original représente le dénombrement de levures et moisissures

### 1.3. Coliformes

C'est un groupe de bactéries qu'on les trouve partout. Les résultats sont motionnés dans le tableau suivant :

**Tableau10 :** Résultat de dénombrement de coliformes totaux et fécaux sur milieu VRBL

Echantillons	Coliforme totaux a (36°C)	Coliforme fécaux à (45°C)
Nombres des colonies UFC/ml	Absence	Absence



**Figure 19 :** Photographie Original représente absence de dénombrement les coliformes

#### 4. discussion

Ces valeurs sont inférieures à celles de **Belyagoubi et Abdelouahid (2013)** pour des j'ben de la région de Ain Sefra **et Rhiat et., al (2011)**, **et Mennane et al, (2007)** pour des j'ben marocain (0,86.106 UFC/g).

Le dénombrement de levure et moisissure de J'ben donne le nombre de 103 UFC/g a et échantillons 1,2,4,6 sont absence. Ces résultats sont aussi inférieurs que les résultats de J'ben calculés par **Khemis et Bachi (2016)** qui donne une charge de 0,89.107 UFC/g.

L'absence des coliformes totaux dans le J'ben de Peut-être due à l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques, donc leur absence indique que la qualité microbiologique de ces produits est satisfaisante, donc ils sont de bonne qualité.

L'absence des coliformes fécaux dans les autres échantillons est considérée comme un indice de bonne maitrise d'hygiène et de manipulation, donc les produits sont de qualité microbiologique satisfaisante.

Si on compare nos résultats avec ceux des j'ben Marocain décrit par (**Rhiat., et al,2011**) nos valeurs sont inferieur ( $5,7 \times 10^4$ UFC/g).

CONCLUSION

Et

PERSPECTIVES

L'objectif principal de cette étude était de développer un modèle mathématique capable de relier la qualité du J'ben aux paramètres technologiques qui l'influencent.

Une modélisation par le plan Plackett-Burman a été appliquée pour sélectionner les facteurs les plus significatifs pour cette qualité. Quatre facteurs ont été sélectionnés comme variables : Le pH, température, présure et goût supplémentaire. Le modèle a montré que les facteurs qui avaient le plus d'impact sur la qualité organoleptique du j'ben étaient par ordre décroissant d'importance : la présure et le goût supplémentaire avaient un impact positif et significatif, tandis que d'autres facteurs avaient un effet non significatif.

L'analyse statistique du modèle a montré sa robustesse, avec des coefficients de régression proches de 1, indiquant que le modèle était satisfaisant de prédire d'autres combinaisons de facteurs dans les limites du plan expérimental. Nous avons remarqué que le produit optimisé avec 12 valeurs optimale de 48,38 a une réponse supérieure que le produit standard (39,11).

La qualité microbiologique de la majorité des échantillons est jugée déclassée comme non satisfaisante pour les échantillons ne rencontrant pas de la présure et de l'ail et de noisettes comme goût supplémentaire.

En perspectives il serait intéressant :

- Etudier l'effet de ces paramètres technologiques sur la qualité physicochimique du fromage.
- Etudier l'interaction entre les facteurs significatifs par la méthodologie des réponses en surface (RSM).



*REFERANCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

---

## Référence bibliographie

- **Amimour M.,(2019).** Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (J'ben). Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- **Alamareot j., (1982).** Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire, édition du point vétérinaire-alfort. 289p.
- **Alais C. 1984.** Principes des techniques laitières. Science du Lait:196-197.
- **Alais C. et Linden, -(1997).** Sciences du lait. Principes des technique laitières. Edition sepaic, paris.
  
- **Aworh OC, Nakai S. 1986.** Extraction of milk clotting enzyme from Sodom apple (Calotropis procera). Journal of Food Science 51(6):1569-1570.
- **Bohak Z., (1999).** Purification and characterization of chicken pepsinogen and chicken pepsin, the journal of biological chimistry vil. 244, N°17 September 1969pb. 4638 a 4648
- **Belyagoubi, L., Abdelouahid, D.E.,( 2013).**Isolation, identification and antibacterial activity of lactic acid bacteria from traditional algerian dairy products.Advances in Food Sciences. 35(1):84 - 85.
- **Bencharif, A. 2001.** "Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: états des lieux et problématiques." Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches 32: 25-45.
- **Benkerroum, N., and A.Y. Tamime. 2004.** "Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale." Food Microbiology 21:399-413.
- **Benyahia FA. 2013.** Extraction de la pepsine et utilisation dans la coagulation du lait en vue d'une valorisation des proventricules de volailles au profit de la filière lait en Algérie [Thèse de doctorat]: Université de Constantine 1. 173 p.
  
- **Carol, p., (2013).** Phage renaissance: new hope against antibiotic resistance. Environ. Health persp. 121: A49-A53.
  
- **Casalta E., Noel y., le Bars D., Carre C., Achilleos C., et Maroselli M-K. (2001).** Caractérisation du fromage Bastelicaccia. Le lait, 81 ; 529-546.
  
- **Chilliard Y., et Lamberet G., (1987).**la lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. Le lait 64.pp : 544-578.

- 
- **Chazarra S, Sidrach L, López-Molina D, Rodríguez-López JN. 2007.** Characterization of the milk-clotting properties of extracts from artichoke (*Cynara scolymus*, L.) flowers. *International Dairy Journal* 17(12):1393-1400.
  - **Chen, W., Wang, Y., & Yang, S., (2009, June).** Efficient influence maximization in social networks. In *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 199-208).
  - **Eck A. 1987.** Le fromage. 2<sup>ème</sup> éd. Tech. Lavoisier. Paris .101-227.
  - **ECK A., et Gillis J-C., (1997) :** le fromage de la science à l'assurance –qualité. 3eme Edition, Tec et DOC Lavoisier. Paris .891p.
  - **FAO/OMS., (1999).** Norme général pour le fromage. CODEX STAN A-6- 1978, Rev.1.,6
  - **FAO/OMS. 1990 (1978 modifié).** Codex alimentarius n° A-6. Chapitre 6 : Fromage : Définition et Classification.
  - **FAO/OMS. (2005) :** l'impact sur la santé humaine des systèmes de sécurité sanitaire des aliments établis au Proche-Orient. Réunion régionale pour le Proche-Orient sur la sécurité sanitaire des aliments. Amman, Jordanie. (NEM05/3).
  - **Fredot E., (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 10-14 (397 pages).
  - **Foltmann B. 1971.** The biochemistry of prorennin and reninn (chysosin) In: *Milk proteins, chemistry and molecular biology.* Mc Kenzie H A. Vol 2. Edition Academic press: 217-252.
  - **Fox P, Guinee T, Cogan T, McSweeney P. 2000.** Fundamentals of cheese science: Edition ASPEN Inc. Gaithersburg, Maryland. 544 p.
  - **GARNIER, J. (1963).** Etude de l'action de la présure sur la caséine par la méthode Titrimétrie à pH constant. Comparaison avec d'autres méthodes. *Ann. Bio. Anim Bioch. Biophys*, vol 3(1), 71-90.
  - **Gaucheron, F., Y. Le Graët, and P. Schuck,** Équilibres minéraux et conditions physicochimiques, in *Minéraux et produits laitiers*, F. Gaucheron, Editor. 2003, Éditions Tec & Doc: Paris, France.
  - **Gelais-st. D., Tiraed-C.P., Belonger G., Couture R., Et Drapeau R., (2002).** chapitre 6 : VIGNOLA. Edition école polytechnique. 600p.

- 
- **Gripon JC., Desmazeaud MJ., le Bars D., et Bergère JL., (1990).** Etude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. *Le lait* 55.pp :502-516.
  - **Graiday p., (1978).** Détermination de l'activité enzymatique d'extraits coagulants d'origine animale. *Revue du Technicien du lait*, 83.5-47.
  - **Guiraud, J. P., (1998).** Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers. Edition DUNOD, Paris, 65.
  - **Heimgartner U., pietrzak M., Geertsen R., Brodelius P., Dasilva Figueiredo A.C., pais M.S.S., (1990).** Purification and partial characterization of milk clotting proteases from flowers of *Cynara cardunculus*. *phytochemistry*, 29, 1405-1410.
  - **ISSELNANE, S. (2014).** *Caractérisation chromatographique et électrophorétique de L'extrait coagulant issu de caillettes de dromadaires adultes*. Mémoire de magister Science biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
  - **Lahsaoui S. 2009.** Etude du procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien (Klila): [Thèse de Doctorat]. Département d'Agronomie. Université de Batna. Algérie.
  - **Luquet F., et Corrieu G., (2005).** bactéries lactiques et probiotiques, Ed : Tec et Doc, Lavoisier, paris. 307p.
  - **Lhsaoui S., (2009).** Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, département d'agronomie.
  - **Lebres, E., Azizi, D., Hamza, A., Taleb, F., & Taouchichet, B., (2002).** Manuel des travaux pratiques. Institut Pasteur d'Algérie, 20p
  - **Liorente B.E., Brutti C.B., and Caffini N.O., (2004).** Purification and characterization of a milk clotting aspartic proteinase from globe artichoke (*cynara scolymus* L) .*J.Agric. Food Chem*, 52 8182-8198.
  - **Mennane Z, Khedid K, Zinedine A, Lagzouli M, Ouhssine M, Elyachioui M. 2007.** Microbial Characteristics of Klila and Jben Traditional Moroccan Cheese from Raw Cow's Milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 2(1):23-27.
  - **Mcsweeney P.L.H., ET souse J.M., (2000).** Biochemical pathways for the production of flavour compound in cheese during ripening: review milk N°80.PP. 293 A 324.
  - **Mahaut M., Jeantet R., Brule G. and Schuck P., (2000).** Les produits industriels laitiers Tec and Doc, paris, France, 41.

- **Mistry V, Brouk M, Kasperson K, Martin E. 2002.** Cheddar cheese from milk of Holstein and Brown Swiss cows. *Milchwissenschaft* 57(1):19-23.
- **(Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).**
- **Othman SMHMM. 2011.** Effect of technological treatments on the quality of traditional cheeses [Doctorat thesis]: Fayoum University. 181 p.
- **Parente E., ET Cogan T.M., (2004),** starter culture: general aspects. In: fox, p.f., Mcsweeney P.L.H., Cogan T.M. et Guinee, T.P. (EDS), *cheese: chemistry, physics and microbiology* vol.I. Chapman and Hall, London, p.123-148.
- **Peri C. 2006.** The universe of food quality. *Food quality and preference* 17(1-2):3-8.
- **Ramet J., (1985).** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen collection FAO alimentation et nutrition N0 48.
- **Ramet J.P., et scher J., (1997).** Partie 2, la préparation du caillé. Chapitre 7 : propriétés physique du coagulum. Dans le fromage coord : ECK A., et GILLIS J.C. 3eme Edition
- **Randazzo C.L., Caggia C. ET Neviani C.L.E. (2009).** Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *J. Microbiol. Methods*, 78, 1-9.
- **Ramet J.P., (2006).** Les agents de la transformation du lait ; in : (le fromage) Ed. Eck et Gillis. *Technique et documentation*, 3eme Ed., Lavoisier, paris, 891.
- **Ramet J.P., (1993).** La technologie des fromages au lait de dromadaire (camelus dromedarius). *Etude FAO, production et santé animale*, 113, Rome
- **Rawlings N.D. Tolle D.P. and Barret A.J., (2004).** **MEROPS:** The peptidase database *Nucleic Acide Res* 32, Database issue, D160-D164. <http://www.merops.sanger.ac.uk>.
- **Rheotest M., (2010).** Rhéomètre RHEOTEST RN et viscosimètre a capillaire RHEOTEST LK-produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf> 26/06/2015.

- **Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Aouane, M., Chbab, Y., Mennane, Z., & Ouhssine, M., (2011).** Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(3).
- **Sasirekha, D., and E. Chandra., (2012).** "Text to speech: a simple tutorial." *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)* 2, no. 1 275-278.
- **Silva SV, Allmere T, Malcata FX, Andrén A. 2013.** Comparative studies on the gelling properties of cardosins extracted from *Cynara cardunculus* and chymosin on cow's skim milk. *International dairy journal* 13(7):559-564.
- **Scriban R., (1999).** *Biotechnologie 5eme Edition. Tec et Doc. Lavoisier. paris.*
- **Thieulin G., et Vuillaume R., (1967).** *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières* 48 avenue, président Wilson, paris : 71-73 (388 pages).
- **Vignola C., (2002).** *Science et technologie du lait transformation du lait. Edition presses internationaux polytechnique, Canada. pp. 3-75. Reed G. Academic press. 508p.*
- **Veisseyre R., (1975).** *Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3eme Edition. Edition la maison rustique, paris 353p*
- **Vierling E., (2003)** *Aliment et boisson-Filière et produit 2eme Edition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'aquitaine:11(270 pages).*
- **Yamamoto A., (1975).** *Proteolytic enzymes in enzymes in Food processing 2<sup>nd</sup> Edition, effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique. Bull.tech.CRZV theix, INRA., 62,69-79.*

