

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomique



## *Mémoire de fin d'études*



En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agroalimentaire  
*Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance de Qualité*

# Essai d'Amélioration d'un Fromage Traditionnel Maturé à l'aide des Arômes

• **Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> AMARI Lisa

M<sup>elle</sup> NAILI Kenza

➤ **Membre de jury :**

Promoteur : M<sup>r</sup> ARKOUB. M

Maître assistant à l'UMMTO

Président : M<sup>r</sup> SI-TAYEB. H

Maître de conférence à l'UMMTO

Examineur : M<sup>r</sup> BENEGANA. M

Maître de conférence à l'UMMTO

**Promotion: 2023/2024**

# *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercier le Bon Dieu pour nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail, et qui nous a éclairé les chemins par la lumière de son immense savoir.*

*Nous tenons également à remercier notre promoteur, Mr ARKOUB Mouloud qui a accepté de nous encadrer, qui nous a guidés par ses précieux conseils et suggestions pertinentes.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur propositions.*

*Enfin, nous remercions également, toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Sans oublier les responsables des laboratoires de département des sciences biologiques et agronomiques de l'UMMTO.*

*Merci à tous et à toutes.*



## *Dédicaces*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :*

*Mes chers parents qui ont été toujours à mes côtés et qui m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études.*

### *Ma mère*

*Vous m'avez donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir, tout ce que je peux t'offrir ne pourra jamais exprimer l'amour et la reconnaissance que je vous porte. J'avoue vraiment que vous êtes vraiment la lumière qui me guide vers le chemin de la réussite. C'est à vous que je dois mon succès.*

*Je vous offre ce modeste travail pour vous remercier pour vos sacrifices consentis et pour l'affection dont vous m'avez toujours témoignée.*

### *Mon père*

*L'épaule solide, aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu vous préserve et vous procure santé et longue vie.*

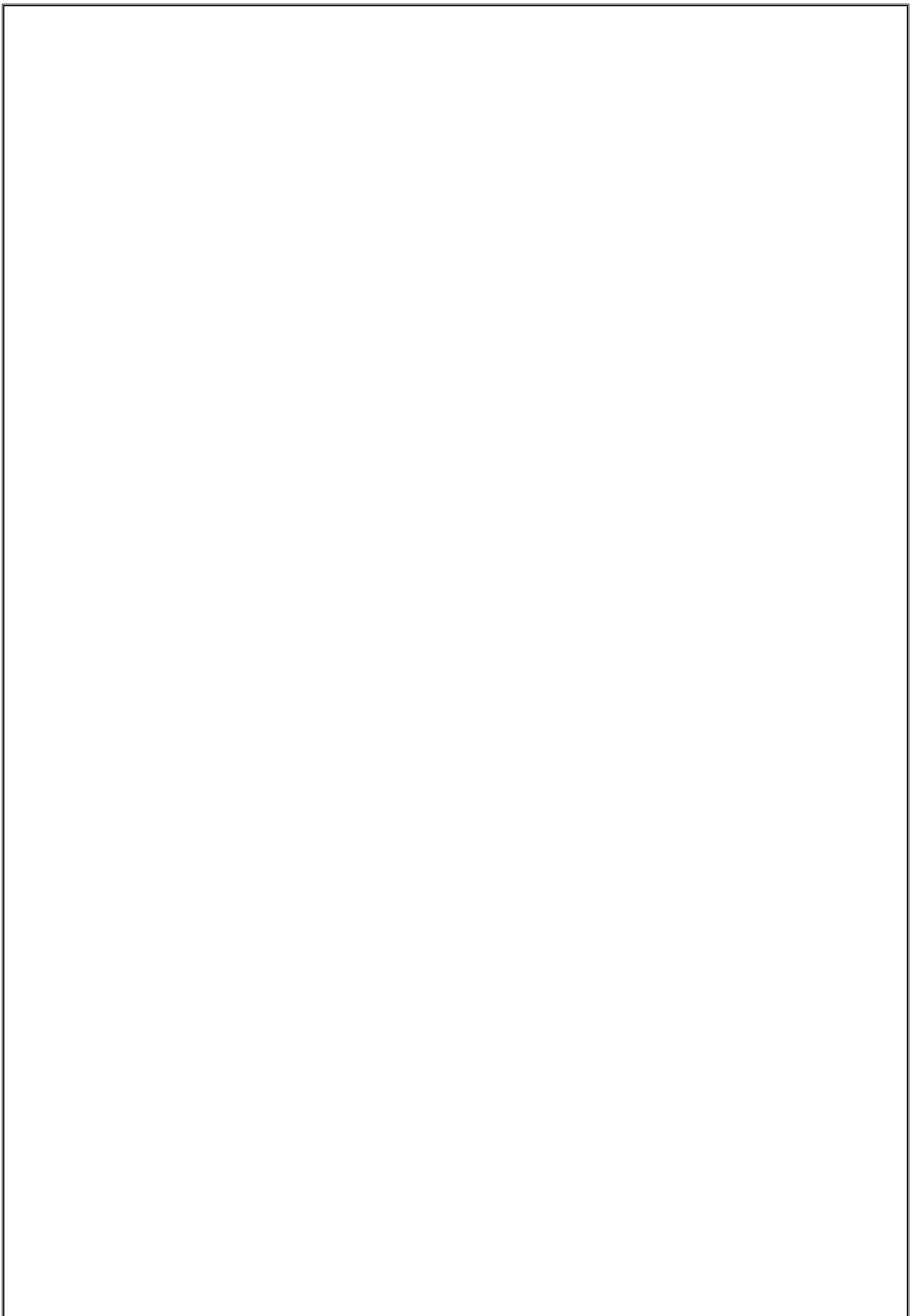
*Mon adorable petit frère **Abdou**.*

*A mes meilleures amies : **Karima** et **Widy**, ma binôme **Lisa** Et mes chers collègues.*

*Et tout qui m'aide et compulse ce modeste travail*

*A toute la famille **Naili***

***Kenza***





# *Dédicaces*



*En premier lieu, je remercie le bon Dieu pour m'avoir accordé le courage et la patience afin de pouvoir finir ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très **chères parents** pour leur éducation et leur amour, qui m'ont toujours souhaité la réussite; que DIEU les protège et leur accorde une longue et heureuse vie pleine de santé et de bonheur car ce travail représente le fruit de leur soutien, leur sacrifices et leur encouragements durant toutes mes années d'étude.*

*A mes chères sœurs ; **Ryma et Lina***

*A mon très chère et unique frère **Syphax***

*A mon mari **Mohamed***

*A ma grande mère ; et mes tantes **Zola et Amélia***

*A ma famille et ma belle famille*

*A ma meilleure amie **Nawal** et A ma binôme **Kenza***

*A tous ceux et celles qui m'ont apporté le soutien moral ou matériel. A tous ceux qui de loin ou de près ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail ; merci infiniment et soyez-en récompensés au centuple.*

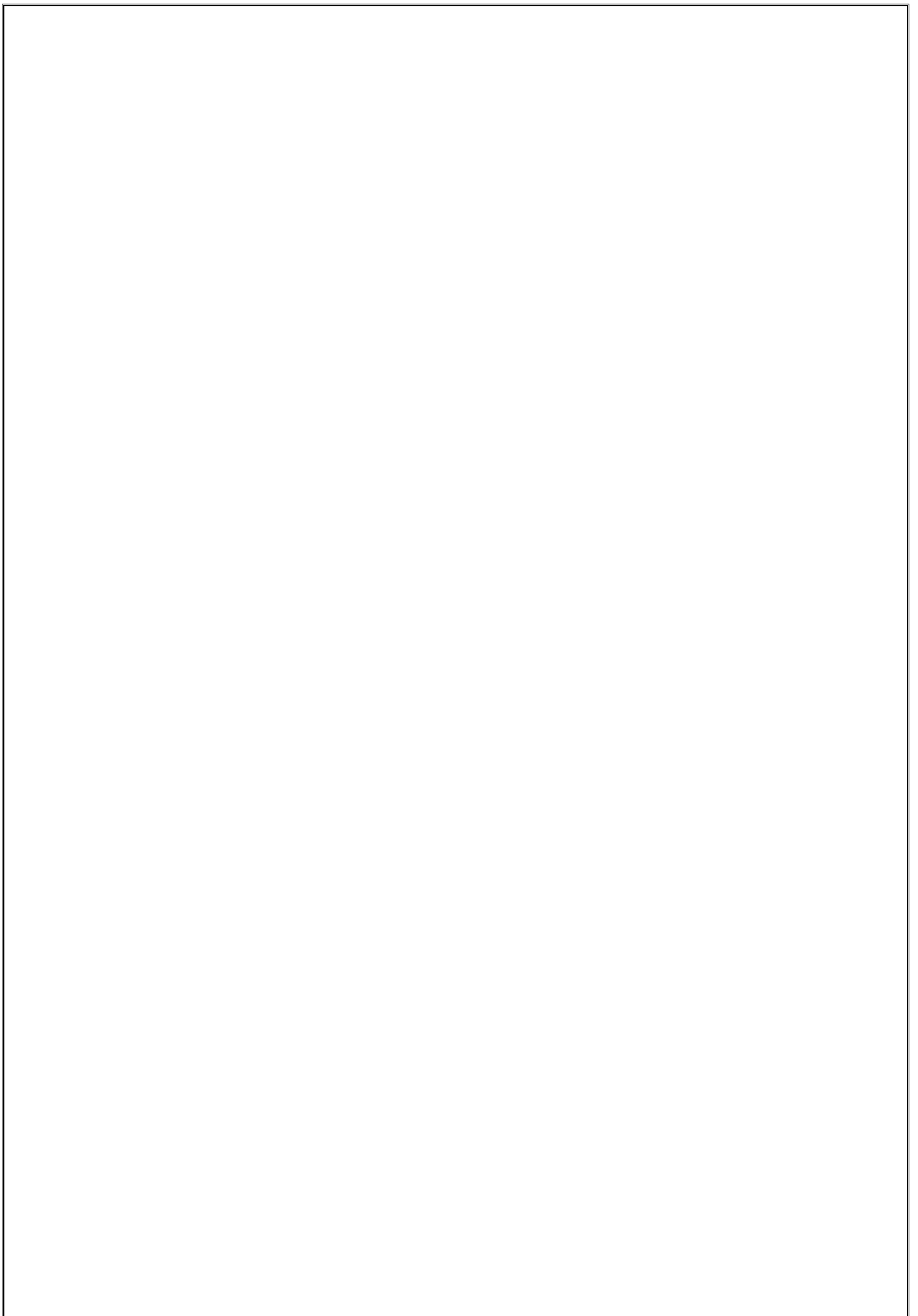


***Lisa***

## LISTE DES FIGURES

FIGURES	PAGE
<b>Figure 01</b> : La structure d'un acide gras.....	09
<b>Figure 02</b> : La structure l'acide caprique et l'acide caprylique .....	10
<b>Figure 03</b> : La structure d'acide caprylique.....	10
<b>Figure 04</b> : Processus scientifique de la coagulation des protéines du lait.....	11
<b>Figure 05</b> : Modèle à structure ouverte de la micelle de caséine .....	11
<b>Figure 06</b> : Structure chimique de bêta-carotène.....	15
<b>Figure 07</b> : la caillette.....	23
<b>Figure 08</b> : La structure de la chymosine .....	23
<b>Figure 09</b> : Le mécanisme de la Pepsinogène et la Pepsine .....	24
<b>Figure 10</b> : aspect d'une fleur de chardon .....	26
<b>Figure 11</b> : L'artichaut.....	26
<b>Figure 12</b> : Photographie de l'étape de la collecte de latex.....	27
<b>Figure 13</b> : aspect d'une présure commerciale d'origine microbienne .....	28
<b>Figure 14</b> : Principe de coagulation (Coagulation Acide et Enzymatique) .....	29
<b>Figure 15</b> : Type de coagulation et diversité fromagère.....	30
<b>Figure 16</b> : Fromage « Jben » .....	32
<b>Figure 17</b> : Protocole de production du fromage "Jben" .....	32
<b>Figure 18</b> : Fromage Mechouna	33
<b>Figure 19</b> : Fromage Kémaria .....	34
<b>Figure 20</b> : Schéma illustratif des procédés de fabrication traditionnelle du fromage.....	36

<b>Figure 21:</b> Moisissures au microscope.....	<b>37</b>
<b>Figure 22:</b> La moisissure du pain (photo prise au laboratoire).....	<b>43</b>
<b>Figure 23:</b> Fromage après l'ensemencement de moisissure blanche du pain (photo prise au laboratoire).....	<b>43</b>
<b>Figure 24 :</b> Les arômes utiliser (l'ail, le persil, le romarin).....	<b>44</b>
<b>Figure 25:</b> Méthode de filtration de lait cru.....	<b>44</b>
<b>Figure 26 :</b> La forme d'un lait caillé (Le caillage) (photo prise à laboratoire).....	<b>45</b>
<b>Figure 27 :</b> Pasteurisation du lait caillé (photo prise à laboratoire).....	<b>45</b>
<b>Figure 28 :</b> Séparation de lactosérum du caillé (photo prise à laboratoire).....	<b>46</b>
<b>Figure 29:</b> Egouttage manuel (photo prise à laboratoire).....	<b>46</b>
<b>Figure 30 :</b> L'état de fromage après l'égouttage (photo prise à laboratoire) .....	<b>46</b>
<b>Figure 31 :</b> Technique de salage.....	<b>47</b>
<b>Figure 32 :</b> Ajout des arômes et homogénéisation (photo prise à laboratoire).....	<b>47</b>
<b>Figure 33 :</b> Le moulage.....	<b>48</b>
<b>Figure 34:</b> Diagramme de fabrication du fromage traditionnelle frais.....	<b>49</b>
<b>Figure 35:</b> Instrument de pH de laboratoire (pH-mètre) (photo prise à laboratoire).....	<b>50</b>
<b>Figure 36:</b> Pesé 10g de fromage sur une balance électrique.....	<b>51</b>
<b>Figure 37 :</b> Appréciation sensorielle .....	<b>52</b>
<b>Figure 38:</b> Structure du questionnaire sur le fromage traditionnelle.....	<b>53</b>
<b>Figure 39 :</b> histogramme représente le pourcentage des dégustateurs de la texture .....	<b>55</b>
<b>Figure 40 :</b> histogramme représente le pourcentage des dégustateurs du goût.....	<b>56</b>
<b>Figure 41:</b> histogramme représente le pourcentage des dégustateurs de l'arôme.....	<b>57</b>
<b>Figure 42:</b> histogramme représente le pourcentage des dégustateurs d'odeur.....	<b>58</b>



## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>TABLEAUX</b>	<b>PAGE</b>
<b>Tableau 01</b> : Répartition de la production laitière caprine dans le monde .....	<b>07</b>
<b>Tableau 02</b> : Evolution des effectifs caprin dans le monde.....	<b>07</b>
<b>Tableau 03</b> : Répartition géographique du cheptel selon les zones écologiques .....	<b>08</b>
<b>Tableau 04</b> : Composition nutritionnelle moyenne de lait (pour 100 g) .....	<b>09</b>
<b>Tableau 05</b> : Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g de lait .....	<b>12</b>
<b>Tableau 06</b> : Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g du lait.....	<b>12</b>
<b>Tableau 07</b> : Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre .....	<b>13</b>
<b>Tableau 08.</b> Différentes formes de fromages de chèvres .....	<b>20</b>
<b>Tableau 09:</b> Plantes locales d'Algérie utilisées pour la coagulation du lait.....	<b>25</b>
<b>Tableau 10</b> : Résultats des mesures du ph de lactosérum et le produit fini (fromage frais) ....	<b>54</b>

# *Liste des abréviations*

**%** : Pourcentage.

**°C** : Degré Celsius

**ADN** : acide désoxyribonucléique.

**Ca** : calcium.

**Cl** : chlore.

**Ech** : échantillon

**FAO** : organisation des nations unies pour l'alimentation et d'information laitière.

**Fe** : fer.

**g** : gramme.

**h** : heur

**Hm**: humidité

**K**: potassium.

**KDa**: Kilo Dalton.

**Km**: Kilomètre.

**Mg** : Magnésium.

**Mg** : Milligramme.

**Mm** : Millimètre.

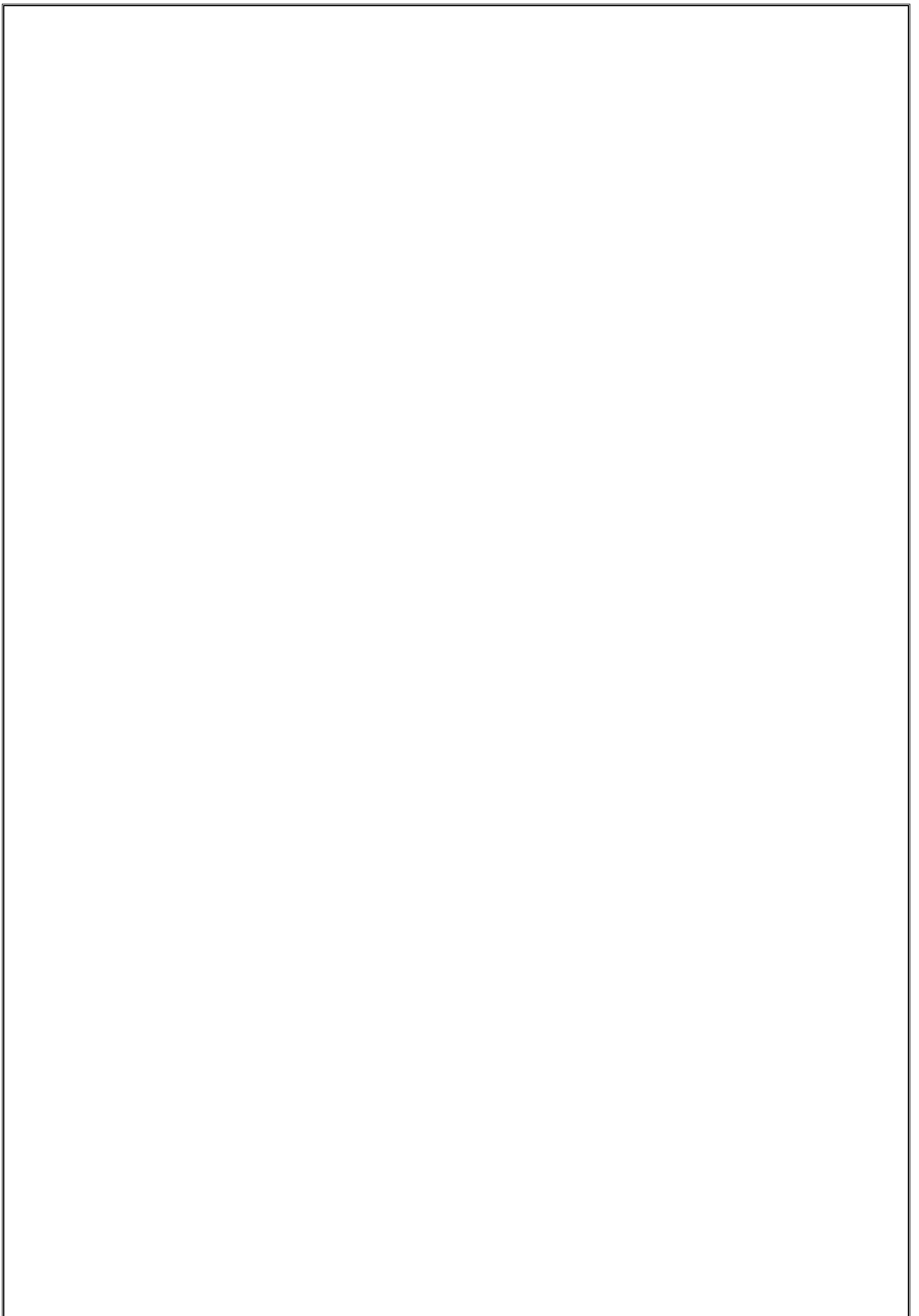
**Na** : Sodium.

**n°** : numéro

**P** : Phosphore.

**PH** : Potentiel d'hydrogène.

**S** : Second



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
--------------------------	----------

## **Partie Bibliographie**

<b>HISTORIQUE.....</b>	<b>3</b>
------------------------	----------

### **Chapitre I : Généralités sur le lait de chèvre**

I.1. Définition du lait.....	6
I. 2. Production du lait de chèvre dans Le monde .....	6
I.2.1.Répartition de la production laitière caprine dans le monde .....	6
I.2.2 .Evolution de l'effectif caprine dans Le monde .....	7
I.3.Production du lait de chèvre en Algérie.....	7
I.3.1 Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie.....	8
I.4. Composition du lait de chèvre .....	8
I.5. Qualité Microbiologique du lait de chèvre .....	14
I.6. Importance du lait de chèvre.....	14
I.7. Caractéristique du lait de chèvre.....	15
I.8. Hygiène de la production du lait de chèvre.....	16
I.9. Contamination du lait de chèvre .....	17
I.10. Prévention du lait contre la contamination .....	17

### **Chapitre III : Technologie fromagère**

I. Généralité sur le fromage.....	19
I.1.Définition du fromage .....	19
I.2.Définition du fromage de la chèvre.....	19
1.2.1. Production du fromage de chèvre .....	19
1.2.2. Fabrication du fromage de chèvre.....	19
1.2.3. Classification des fromages de chèvre .....	20
1.2.4. Les différentes formes du fromage de chèvre .....	20
I.2. Définition du fromage traditionnelle.....	21
I.3. La filière du fromage traditionnelle en algérie.....	21
I.4. Les différentes étapes de fabrication du fromage traditionnelle.....	21
I.4.1. Préparation du lait .....	21
I.4.2. La coagulation .....	22
I.4.3.Egoutage .....	30
I.4.4. Salage.....	30
I.4.5. Affinage .....	31
I.5. Les types de fromages traditionnels en Algérie .....	31
I.5.1.Fromage frais.....	31
I.5.1.1.Jben.....	31
I.5.1.3.Ighounane .....	33
I.5.1.4.Aghouglou .....	34
I.5.1.5.Takemmarite.....	34
I.5.1.6.Takammart.....	34
I.61.Fromge affiné .....	35
I.6.1.1.Bouhezza .....	35
I.7.1.Fromge fondu .....	36
I.7.1.1. Medeghissa .....	36
I.6. Les Moisissures.....	37

I.6.1.Définition .....	37
I.6.2.Classification des moisissures .....	38
I.6.3.Conditions de développement des moisissures .....	38
I.6.4.Le rôle des moisissures .....	40

## **Partie Expérimentale**

<b>Matériel et méthode</b> .....	42
1. Objectif d'étude.....	42
2. Présentation de lieu d'étude .....	42
3. Matériels et méthodes.....	42
3.1. Matériel.....	42
3.1.1. Matériels biologique .....	42
3.1.2. Matériels de laboratoire .....	44
3.2. Méthodes .....	44
3.2.1. Méthodes de fabrication.....	44
3.2.2. Le processus de fabrication du fromage traditionnelle .....	49
3.2.3. Analyses physico-chimique .....	50
4. Analyse sensorielle.....	51
4.1. Définition de l'analyse sensorielle .....	51
4. 2. Le principe de l'analyse sensorielle .....	51
4. 3. Dégustation du fromage.....	52
4.4. Analyse sensorielle du produit fini .....	52
4.5. Structure du questionnaire sur le fromage traditionnel .....	53
<b>Résultats et discussion</b> .....	54
1. Composition physico-chimique de lait de chèvre.....	54
1.1. Le Ph .....	54

2. Résultats de la fiche de dégustation du fromage traditionnelle .....	54
1.1. Texture .....	54
1.2. Le goût .....	55
1.3. Arôme et l'odeur .....	56
<b>CONCLUSION</b> .....	57

❖ **Résumer**

❖ **Références et Bibliographies**

❖ **Annexe**



# **INTRODUCTION**

# INTRODUCTION

---

En Algérie, la consommation des produits laitiers est effectivement liée à une longue tradition d'élevage. Les produits laitiers sont fabriqués par des processus artisanaux anciens, utilisant le lait ou des mélanges de laits provenant de différentes espèces animales, telles que les vaches, les chèvres, les brebis et les chamelles. Cette diversité de laitiers artisanaux, connus sous le nom de produits du terroir, varie d'une région à l'autre en termes de dénomination, de processus de fabrication, de goût et de consistance, reflétant les spécificités locales et les traditions culinaires régionales (Meribai et al., 2017).

Le lait se distingue par sa richesse nutritionnelle grâce à la diversité de ses composants (Vilain, 2010 ; Gibson et Williams, 2000). En effet, il contient une forte concentration de nombreux nutriments essentiels. Sa transformation permet d'obtenir une vaste gamme de produits dérivés (Yildiz, 2010).

Les aliments traditionnels comme le pain et le fromage sont des éléments essentiels du patrimoine culinaire de chaque culture. Le pain et le fromage sont parmi les produits alimentaires les plus anciennement connus par l'homme, et ils ont une longue histoire d'association et de dégustation ensemble (Gibson et Williams, 2000). Le fromage est effectivement un produit laitier très important et diversifié, représentant une part significative de la production laitière mondiale. En résumé, le fromage occupe une place centrale parmi les produits laitiers de par son importance économique, sa grande diversité et ses qualités nutritionnelles, tout en nécessitant d'être consommé avec modération comme tout aliment riche en matières grasses (Vilain 2010 ; Chamba, 2008).

Les fromages traditionnels méditerranéens ont une longue histoire qui remonte à l'antiquité. Ils sont souvent produits dans des régions géographiques spécifiques et consommés localement, mais certains ont également gagné en popularité au-delà de leurs origines. Le savoir-faire ancestral qui les accompagne est transmis de génération en génération, ce qui en fait des produits authentiques et riches en culture. Les fromages méditerranéens sont souvent liés à des traditions et des pratiques alimentaires spécifiques, reflétant les particularités de chaque région. (Mordenti et al., 2017 ; Grappin et Coulon, 1996). La fabrication de fromages traditionnels en Algérie est principalement destinée à l'autoconsommation par les populations rurales, avec un éventuel surplus vendu sur les marchés urbains par des voies informelles. Ces fromages, comme le Klila, sont produits à petite échelle industrielle, mais il est suggéré d'envisager une production à plus grande échelle

## INTRODUCTION

---

pour améliorer leur qualité et les commercialiser de manière formelle. Cette expansion pourrait être cruciale pour préserver ces fromages face au risque de disparition, en les rendant plus accessibles et attractifs sur le marché (**Bencharif 2001**).

Sa fabrication traditionnelle comporte une étape d'acidification spontanée du lait cru de vache, de brebis, de chèvre ou encore du mélange à température ambiante suivi d'une coagulation sous l'effet d'un agent coagulant autochtone 61 d'origine végétale (exemple : fleurs de chardon, d'artichaut) ou d'origine animale (exemple : caillette, proventricules) (**Nouani et al. 2009**) . A l'échelle mondiale, la fabrication du fromage à partir de présure d'origine animale ne couvre qu'approximativement 30% de la production fromagère du fait du manque de la disponibilité des caillettes de veaux. Les enzymes de remplacement d'origine végétale sont extraites à partir du chardon du latex du figuier (*Ficus caricas*), d'artichaut (*Cynara scolymus*), des feuilles du papayer (*Caricapapaya*)... etc (**Ramet 1997 ; Mandy et al. 2011**). Les enzymes de remplacement d'origine bactérienne sont extraites à partir du genre *Bacillus*, *Pseudomonas* et d'origine fongique. Il existe encore des enzymes de remplacement d'origine animale sécrétées par l'estomac des mammifères principalement les bovins, ovins, caprins, porcins et volailles. Ces enzymes sont très intéressants en industrie fromagère. fromagère (**Alais 1984; Ramet 1997**).

L'objectif de notre étude, Il s'agit de contribuer à améliorer la formule fromagère artisanale voire projeté la création d'une nouvelle formule à saïsse sur le savoir-faire fromagée locale ancestrale.

Historique

Malgré la rareté de preuves historiques sur l'existence d'une activité avérée de fabrication de fromage, de production et de transformation du lait qui selon le climat devait certainement abonder du moins pendant la belle saison, et surtout les périodes de pays et stabilité assez rares au regard de l'histoire tumultueuse chez ces populations d'éleveur. Il est déraisonnable de tenter de singulariser la population d'une rive entière d'un bassin fortement attaché son unité sociale et fortement solidaire au monde méditerranéen (**Déroche et al., 2016**).

En effet la langue, la culture et les échanges de personne et de marchandises par terre et par mer ont largement renforcé l'unité sociale et économique de ce monde méditerranéen depuis l'Antiquité à ce jour.

Nous chercherons ces preuves dans les pratiques et savoirs faire originaux encore vivaces dans nos communautés villageoises les plus isolées, comme une survivance témoignant clairement d'une plausible unité indissociable sans avoir subit les multiples influences. Rien qu'en Algérie, la littérature rapporte la persistance d'une diversité extraordinaire de fromages et de pratiques uniques dans les techniques fabrication l'élaboration mais aussi d'affinage et de maturation du caillé de lait aboutissant à une diversité appréciable de produits que la conjoncture et la nécessité de conservation transport et les conjoncture de consommation ont si bien forgé au point où certains fromages traditionnels sont presque abouti (**RAMET (1985)**).

Le bouhezza, La prolifération et l'abondance qui s'en est suivi dans la production fromagère artisanale dans notre région ne peut s'expliquer que par l'existence de la base d'une tradition profonde d'un savoir-faire historique voire préhistorique du pastoralisme. Celui-ci sous-tend la production laitière et son corolaire la transformation et sa conservation pour souder les périodes de vaches maigres (**Smaili S et rahmouniR., 2015**).

En effet la langue, la culture et les échanges de personnes et de biens par terre ou par mer ont largement renforcé l'unité sociale, économique et agronomique de ce monde méditerranéen depuis le néolithique à ce jour.

Une énorme déception se profile devant celui qui serait tenter de vouloir chercher vainement des preuves matérielles dans les rares chantiers de fouille anthropologiques et archéologiques l'origine des pratiques et savoirs faire fromagers originaux encore vivaces

heureusement dans nos communautés villageoises les plus isolées. Ces pratiques qui témoignent clairement de l'existence, à l'instar du savoir méditerranéen, comme une survivance d'une réelle unité indissociable de son l'environnement formant de nos jours un bloc géographique dépourvu de parasites à savoir, les multiples possibles influences extérieures. Pour ne citer sans être exhaustif que, le bouhezza, un fromage à pâte dure de chèvre maturé dans une peau du même animale. Takkmerit ( kemirya) un fromage blanc lisse de chèvre. En raison du caractère fermenté du lait d'origine. Aghoughlou ighunam fromage semblable au jben obtenu par empesurage au latex de figuier ikli( tasahlit agisi). Ighisi yaourt au ferment de sève de figuier des babors ( **khoualdi, 2017**).

**Chapitre I : Généralités sur  
le lait de chèvre**

## I.1. Définition du lait

Le lait est un aliment d'origine animale de grande valeur nutritionnelle en raison de leur richesse en protéines, en calcium et en vitamines. Ils contribuent à la formation et à la santé des os et des dents, tout en apportant des minéraux essentiels tels que le calcium.

**Le Codex Alimentaires (1999)**, définit le lait comme suit : « c'est la sécrétion mammaire normale d'un animal trait, obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans ajout ni suppression, destinée à la consommation sous forme de lait liquide ou à une transformation ultérieure.

**D'après Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque au goût légèrement sucré. C'est un aliment complet et équilibré sécrété par les glandes mammaires et des mammifères femelles, assurant la nutrition des petits.

## I.2. Production du lait de chèvre dans Le monde

### I.2.1. Répartition de la production laitière caprine dans le monde

La production mondiale de lait de chèvre évolue. Elle était estimée à 14 millions de tonnes en 2005, et a atteint les 19 millions de tonnes en 2019. La majorité de la production de lait de chèvre provient de pays d'Europe du Sud tels que la Grèce, l'Espagne et la France, qui représentent ensemble 86% de la production de lait de chèvre dans la Communauté économique européenne. La demande mondiale de lait de chèvre et de ses produits dérivés est également en augmentation, avec un intérêt croissant pour ses bienfaits nutritionnels et sa valeur nutritive. Cependant, la production de lait de chèvre est confrontée à des défis, tels que les changements climatiques, la disponibilité de l'alimentation et la santé des animaux. Par conséquent, il est essentiel de poursuivre les efforts de recherche et développement pour améliorer la durabilité et l'efficacité de la production de lait de chèvre. (**Tableau 01**)

**Tableau 01** : Répartition de la production laitière caprine dans le monde (**FAO stat, 2020**).

<b>1000 Tonnes</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2019</b>
<b>Monde</b>	14 536	17 594	18 981	19 910
<b>Asie</b>	7 477	9 839	11 198	11 682
<b>Afrique</b>	<b>3 741</b>	<b>4 306</b>	<b>4 368</b>	<b>4 353</b>
<b>Amérique</b>	729	744	756	800
<b>Europe</b>	2 586	2 704	2 659	3 075

### I.2.2 .Evolution de l'effectif caprine dans Le monde

Le cheptel caprin mondial était estimé par la FAO à environ 217 millions de têtes en 2017 et a continué de croître régulièrement depuis. Selon la FAO, le cheptel caprin mondial a augmenté de plus de 27 millions de têtes entre 2010 et 2017. Cette tendance devrait se poursuivre, avec le cheptel caprin mondial atteignant environ 1094 millions de têtes en 2019, ce qui représente une augmentation de plus de 254 millions de têtes par rapport à 2005. (Tableau 02).

**Tableau 02:** Evolution des effectifs caprin dans le monde

En millions de têtes	2005	2010	2015	2019
<b>Monde</b>	840	911	1001	1094

### I.3. Production du lait de chèvre en Algérie

La race locale de chèvres est considérée comme ayant une faible production laitière, ne produisant que 11 litres de lait par jour (**Mouhous et al., 2016**). Pour améliorer cette production, les éleveurs dans la région de Ghardaïa croisent les chèvres locales avec des races européennes telles que la Saanen et l'Alpine, tandis que dans la région de Kabylie, la race Saanen est élevée en pure race, représentant 77% des troupeaux (**kadi et al., 2013**).

#### I.3.1 Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie

La répartition du cheptel caprin en Algérie dépend de la nature agricole de la région et de l'importance accordée à la chèvre. Selon **Hafid (2006)**, la répartition de ce cheptel caprin à travers le territoire national dépend de la nature agricole de la région et de la valeur attribuée à la chèvre. Le tableau (3) montre que la majorité de l'effectif caprin se trouve dans les zones steppiques et sahariennes, suivies des zones montagneuses. En revanche, le nombre de chèvres est faible le long du littoral. **Khemici et al., (1993)** ont rapporté que la population caprine d'Algérie est localisée dans la steppe à hauteur de 41,1 %, dans les zones montagneuses à 28,9 % et dans le sud à 22,5 % (**Tableau 03**).

**Tableau 03:** Répartition géographique du cheptel selon les zones écologiques (**Khaldoune et al., 2001**).

<b>Zone</b>	<b>Caprins</b>
<b>littoral</b>	328 640
<b>H.plateaux</b>	596 020
<b>Montagne</b>	437 880
<b>Steppe</b>	1 027 120
<b>Sud</b>	866 920
<b>National</b>	3 256 580

#### **I.4. Composition du lait de chèvre**

Le lait de chèvre, même s'il est produit à l'échelle familial, dans les régions montagneuses et consommé cru ou fermenté, a des caractéristiques chimiques et physiques uniques qui peuvent affecter sa durée de conservation. Selon **Hennane (2011)**, ces caractéristiques peuvent influencer sa capacité de conservation. (**Tableau 04**).

**Tableau 04** : Composition nutritionnelle moyenne de lait (pour 100 g) (d'après **Coveney et DarntonHill, 1985 et Grandpierre et al., 1988**).

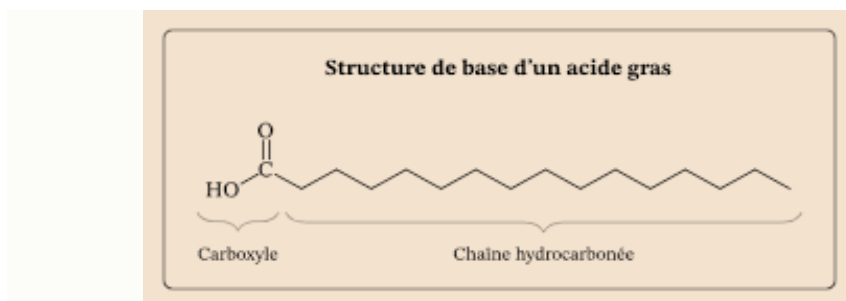
<b>Nutriments</b>	<b>Valeurs nutritionnelles</b>
Eau (g)	87,5
Lipides (g)	3 ,8
Glucides (g)	4,4
Protéines (g)	4,5

#### ➤ **L'eau**

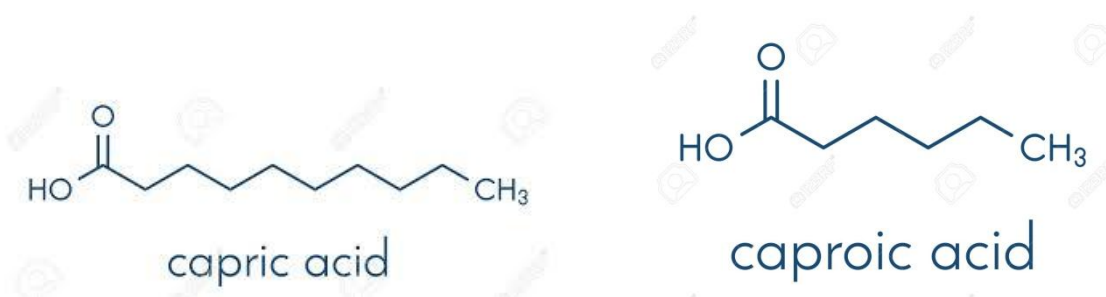
L'eau est l'un des composants les plus importants du lait, elle est l'élément solvant dans lequel les différents ingrédients et autres éléments existent dans un équilibre fragile, une émulsion. Le lait est un véritable milieu aqueux pour diverses molécules telles que le lactose et les ions, avec une phase laitière qui se caractérise par sa stabilité (**Vignola, 2002**).

### ➤ Les lipides

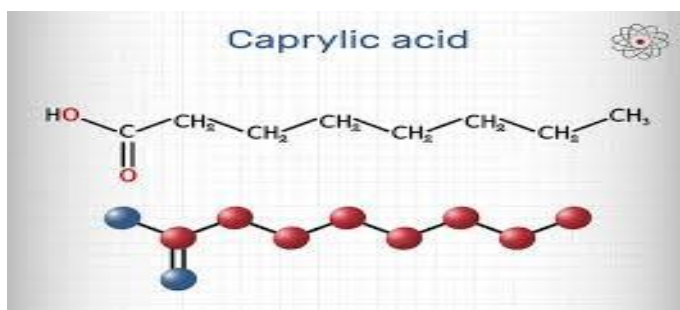
Les lipides du lait de chèvre, tout comme ceux du lait de vache, sont principalement constitués de triglycérides, avec une proportion importante d'acides gras à chaîne courte tels que l'acide caproïque, l'acide caprylique et l'acide caprique. Les lipides du lait de chèvre sont pauvres en acides gras polyinsaturés essentiels pour le métabolisme humain (Grandpierre et *al.*, 1988). (Figure 01 et 02 et 03).



**Figure 01 :** La structure d'un acide gras



**Figure 02 :** La structure l'acide caprique et l'acide caprylique



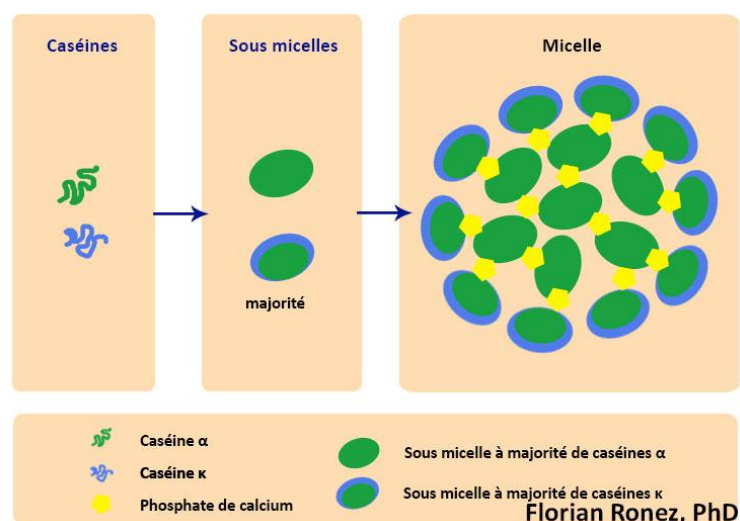
**Figure 03:** La structure d'acide caprylique

### ➤ Glucides

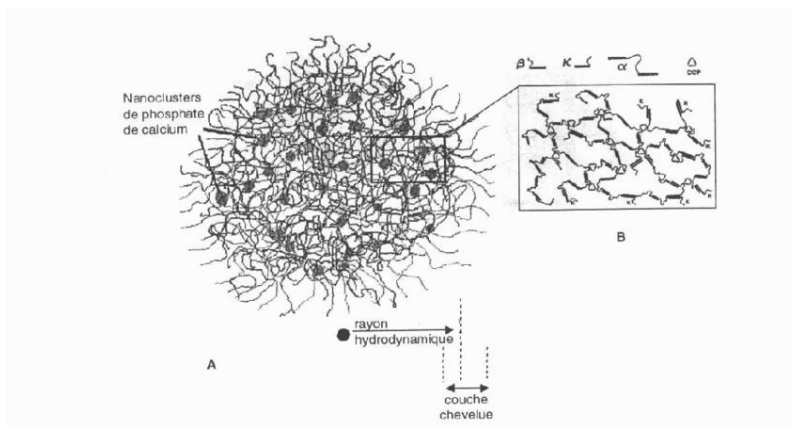
Les glucides du lait sont principalement représentés par le lactose, qui est un disaccharide composé de glucose et de galactose (Fredot, 2006). Le lactose est le principal glucide libre présent dans le lait de chèvre, bien que de petites quantités d'inositol soient également détectées. La concentration de lactose est généralement inférieure à celle trouvée dans le lait de vache, mais il est difficile de déterminer l'ampleur de la différence en raison de la variété des méthodes d'analyse utilisées.

### ❖ Les Protéines

Les protéines du lait se divisent en deux phases distinctes : une phase micellaire instable composée de caséine et une phase soluble composée de protéines du lactosérum. Le lait de chèvre se distingue par sa teneur plus faible en caséine  $\alpha$ , des quantités plus élevées de fractions de caséine  $\beta$  et des quantités presque égales de fractions de caséine  $\kappa$  par rapport au lait de vache. La principale protéine du lait de vache est la caséine  $\alpha$ 1, tandis que celle du lait de chèvre est la  $\beta$ -caséine. Les micelles de caséine dans le lait de chèvre se distinguent de celles du lait de vache par une plus grande solubilisation de la  $\beta$ -caséine, une plus grande quantité de calcium et de phosphore, ainsi qu'une moindre stabilité à la chaleur. (Sachin et al., 2017) . (Figure 4 et 5).



**Figure 04 :** Processus scientifique de la coagulation des protéines du lait



**Figure 05 :** Modèle à structure ouverte de la micelle de caséine

### ❖ Minéraux

Le lait de chèvre est plus riche en minéraux que le lait de vache et contient deux fois plus de chlore et moins d'ammoniaque que ce dernier. Il est plus concentré en potassium et en calcium que le lait de vache, mais il ne fournit pas tous les minéraux dont vous avez besoin quotidiennement, en particulier le fer. Le lait de chèvre, qu'il soit entier ou demi-écrémé, présente des concentrations plus élevées de magnésium, de potassium, de sodium et de vitamine B3 par rapport au lait de vache. Il est également une source de calcium et de phosphore, contribuant au maintien d'une structure osseuse normale (Desjeux, 1993). (Tableau 5).

Minéraux (mg)	Valeurs nutritionnelle en (mg)
Cl	150
Fe	0,07
Mg	16
Na	41
Ca	134
P	121
K	181

**Tableau 05 :** Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g de lait) (Park et al., 2007)

## ❖ Vitamines

Les vitamines sont des molécules organiques essentielles au bon fonctionnement du métabolisme des êtres vivants. Elles sont essentiellement obtenues par l'alimentation ou la supplémentation. Il existe deux principales catégories de vitamines : les vitamines liposolubles (A, D, E, et K) et les vitamines hydrosolubles (B et C). (**Pougheon, 2001**). Le lait de chèvre contient des quantités plus élevées de vitamine A que le lait de vache en raison de la conversion du  $\beta$ -carotène en vitamine A dans le lait caprin. Cela rend le lait de chèvre plus blanc que le lait de vache. Le lait de chèvre fournit également des quantités adéquates de vitamine A et de niacine. (**Park et al., 2007**). (**Tableau 06**).

Vitamines	Valeurs nutritionnelle
Vitamine A	185
Vitamine B6	0,046
Vitamine B12	0,065
Vitamine C	1,29
Vitamine D	2,3
Niacine	0,27

**Tableau 06** : Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g du lait.

## ❖ Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont données dans le **tableau 7** et sont représentées par la masse volumique et la densité, le point de congélation, le pH et l'acidité.

Composition	Chèvre
Ph – 20°C	6,45 – 6,60
Densité du lait entière à 20°C	1,027 – 1,035
Acidité titrable (Dornic)	14 – 18
Point de congélation	-0,550 – 0,583
Indice de réfraction	1,35 - 1,46

**Tableau 07:** Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre (Ait Amer, 2008).

- **La Densité**

La densité d'un liquide est une mesure adimensionnelle qui indique la proportion entre la masse d'un volume spécifique du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. La densité du lait de chèvre est relativement stable la densité moyenne est de 1,030 p. (Veinogloub et al., 1982).

- **L'acidité**

L'acidité de titration dans le lait indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'acidité du lait de chèvre et de vache reste relativement stable pendant la lactation, oscillant entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique. Cette stabilité de l'acidité du lait de chèvre et de vache pendant la lactation est un élément important à considérer en termes de qualité et de composition du lait. (Veinogloub et al., 1982).

- **pH**

Le pH est une échelle de mesure de l'acidité et de l'alcalinité d'une solution. Un pH de 1 est acide, un pH de 14 est fortement alcalin et un pH de 7 est considéré comme neutre.

Le pH du lait de chèvre se situe généralement entre 6,45 et 6,90, selon Remeuf et al.,(1989).

### **I.5. Qualité Microbiologique du lait de chèvre**

Les agents pathogènes les plus couramment associés aux toxi-infections chez les petits ruminants, en particulier chez les chèvres, sont *Brucella sp.*, *Mycobacterium sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (SCP) *entérotoxinogènes*, *Salmonella sp.* et le virus de l'encéphalite à tiques. Ces agents pathogènes se retrouvent souvent dans les produits laitiers, notamment dans le lait de chèvre cru et les fromages fabriqués à partir de lait cru. (AFSSA, 2008).

### **I.6. Importance du lait de chèvre**

Le lait de chèvre n'est pas spécifiquement mentionné comme l'aliment le plus complet connu, mais il est considéré comme un aliment naturel hautement compatible et nutritif. Il est

souvent recommandé pour les personnes qui ont des problèmes de digestion en raison de sa faible teneur en matières grasses et de sa teneur élevée en acides gras à chaîne moyenne, qui sont plus facilement absorbés et métabolisés par l'organisme que les acides gras à chaîne longue. Le lait de chèvre est également naturellement pauvre en lactose, ce qui le rend plus facile à digérer pour certaines personnes. Il est riche en nutriments essentiels tels que le calcium, le phosphore et la vitamine B2, et il a une teneur élevée en calcium biodisponible. Il contient également une proportion plus élevée d'acides aminés essentiels que le lait de vache. **(Getaneh et al., 2016).**

Le lait de chèvre contient également moins de caséine, une protéine qui peut provoquer des réactions allergiques chez certaines personnes. Cela en fait une alternative possible pour ceux qui sont allergiques ou intolérants.

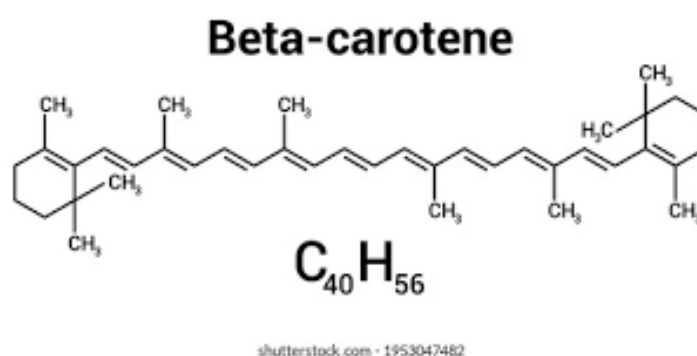
Le lait est un véritable milieu aqueux pour diverses molécules telles que le lactose et les ions, avec une phase laitière qui se caractérise par sa stabilité. **(Vignola, 2002).** En résumé, le lait de chèvre est un aliment complet et nutritif, offrant une alternative intéressante pour ceux qui ont des difficultés à digérer le lait de vache. Il est naturellement pauvre en lactose, riche en nutriments essentiels et en acides aminés essentiels, et contient des acides gras à chaîne moyenne qui sont plus facilement absorbés et métabolisés par l'organisme. **(Getaneh et al., 2016).**

### **I.7. Caractéristique du lait de chèvre**

Le lait de chèvre est d'une couleur blanche mate très pure, sans bêta-carotène dans sa matière grasse, ce qui le rend plus blanc que le lait de vache qui a tendance à jaunir. Le carotène est un hydrocarbure insaturé d'origine végétale, généralement rouge, orange ou jaune, présent dans les carottes, les jaunes d'œufs, etc., et qui est transformé en vitamine A chez les animaux. Le lait de chèvre est plus visqueux que le lait de vache et ses globules gras sont plus petits mais plus nombreux. Une couleur blanchâtre peut indiquer un lait écrémé ou aqueux, tandis qu'une couleur rougeâtre peut être due à la présence de colostrum ou à un problème pathologique chez l'animal. Le lait de chèvre fraîchement traité a une odeur très neutre, mais l'odeur peut varier en fin de lactation en raison de l'acide caprique associé à l'animal. Le lait de chèvre a une forte odeur caractéristique due à l'absorption de composés aromatiques lors de la transformation, souvent insuffisante, et peut être causée par la présence de bovins lors de la traite, un mauvais assainissement dans la grange où le lait est conservé, des retards de

filtration et de refroidissement de la traite. Toutefois le goût du lait de chèvre est sucré, agréable en bouche et très caractéristique.

Lors de l'évaluation de la qualité et de la sécurité des produits laitiers de chèvre, il est important de faire confiance à ses sens, tels que l'odeur, la couleur et la texture. Des odeurs inhabituelles, étrangères ou désagréables, des changements de couleur (taches bleues ou grises, blanc qui devient jaune) et des changements de consistance peuvent indiquer une détérioration. Dans certains cas, il est possible de consommer des produits laitiers de chèvre périmés en les cuisant, ce qui peut aider à éliminer les éventuels agents pathogènes. Cependant, il est toujours important d'être prudent et de faire preuve de bon sens lors de la consommation de produits périmés. (Bidot-Fernández, 2017).



**Figure 6 :** Structure chimique de bêta-carotène

### I.8. Hygiène de la production du lait de chèvre

L'hygiène de la production du lait repose principalement sur les mesures sanitaires prises au niveau de l'animal et pendant la traite. Selon (El-Marrakchi et Hamama, 1996) les principales maladies qui affectent le cheptel laitier caprin sont :

- **La brucellose**

Est une maladie infectieuse causée par la bactérie *Brucella melitensis*, qui se manifeste par des avortements chez les animaux. Elle est considérée comme une zoonose majeure, ce qui signifie qu'elle peut être transmise à l'homme, notamment par la consommation de lait et de produits laitiers issus de chèvres. Compte tenu de sa gravité, la plupart des pays ont adopté des mesures réglementaires pour prévenir la transmission de cette maladie à l'homme. la brucellose est une maladie de quarantaine en Algérie.

- **La listériose animale**

Causée par *Listeria monocytogenes*, est une maladie qui peut provoquer des avortements groupés chez les animaux et entraîner des complications graves. Chez les bovins, elle peut se manifester par une inflammation de la mamelle et une élimination importante de la bactérie dans le lait. Chez l'homme, la listériose peut se présenter sous forme de septicémie, d'avortement chez les femmes enceintes, et peut affecter les nourrissons, avec un taux de mortalité pouvant atteindre 40%. Les principales causes de la présence de *Listeria* dans le lait sont un ensilage défectueux et une mauvaise hygiène de la traite. Le dépistage des animaux excréteurs, comme les chèvres, est donc essentiel pour prévenir la propagation de cette bactérie pathogène.

- **Les mammites**

Les mammites constituent une atteinte majeure de la mamelle, car le lait obtenu devient impropre à la transformation en fromage. En outre, sa consommation peut provoquer des troubles parfois aigus chez les consommateurs.

## **I.9. Contamination du lait de chèvre**

La présence de germes dans le lait est due à des contaminations intra-mammaires et extra-mammaires qu'il est important de limiter autant que possible pour assurer la qualité et la conservation du lait, ainsi que la qualité des produits laitiers. (**Weber, 2011**).

- **Contamination intra-mammaire**

Le lait cru, même s'il est produit dans des conditions d'hygiène rigoureuses, peut contenir des bactéries, qui peuvent être bénignes ou pathogènes. Ces bactéries peuvent provenir de l'animal, de l'environnement ou de l'homme. Elles peuvent contaminer le lait lors de la traite, en entrant dans le canal du trayon, ou par le sang de l'animal, dans le cas de certaines maladies comme la brucellose ou la tuberculose. Les bactéries peuvent également être présentes dans l'environnement, sur le matériel de traite ou de stockage du lait, ou être transmises par l'homme.

- **Contamination extra-mammaire**

Pendant le processus de traite, le lait reçoit un second apport de micro-organismes appartenant à différentes espèces, dont le nombre est généralement beaucoup plus élevé que celui dû à la contamination initiale intra-mammaire. L'importance de cet apport varie considérablement en fonction des conditions d'hygiène de la traite et de l'étable. Elle est notamment liée à la qualité hygienique du trayeur et de l'animal (notamment de la peau de la mamelle), à l'état du milieu ambiant (poussières diverses, déchets alimentaires, poils, insectes, etc.), à la propreté du matériel de traite et de récolte du lait et à la qualité bactériologique de l'eau utilisée pour son nettoyage et son rinçage. Les ustensiles en contact avec le lait et la machine à traire mal nettoyée sont notamment à l'origine de la très forte charge microbienne des laits.

### **I.10. Prévention du lait contre la contamination**

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2023), La prévention de cette contamination consiste à:

- ✓ veiller à ce que les produits utilisés pour l'alimentation animale soient sûrs, en évitant toute introduction de contaminants tels que les aflatoxines ou des résidus qui pourraient se retrouver dans le lait.
- ✓ respecter des bonnes pratiques d'élevage impliquant la mise en place de mesures liées à l'hygiène, à la biosécurité et à la gestion de la santé des troupeaux sur l'exploitation. Ces mesures sont essentielles pour garantir le bien-être des animaux, prévenir la propagation des maladies et maintenir la santé globale du troupeau.
- ✓ la prévention et le contrôle des mastites chez les animaux laitiers impliquent de surveiller régulièrement la qualité du lait pour détecter et gérer ces infections. Il est également essentiel de tester le lait des nouveaux animaux acquis afin d'éviter la propagation de maladies.
- ✓ nettoyer les mamelles avant la traite. Cette étape est cruciale pour la santé de la mamelle et la prévention de la mastite.
- ✓ appliquez de bonnes pratiques d'hygiène telles que :
  - le lavage des mains à l'eau et au savon est une pratique d'hygiène essentielle dans de nombreuses situations, y compris après avoir utilisé les toilettes, être en contact avec des animaux ou du fumier.

- L'hygiène des mamelles est très importante pour la qualité du lait. En utilisant du matériel et des installations de traite et de stockage propres, vous pouvez vous assurer que les trayons ne soient pas souillés, ce qui pourrait autrement entraîner une contamination du lait.
- Il est important de nettoyer et désinfecter le matériel de traite régulièrement pour assurer la santé et le bien-être des animaux ainsi que la qualité du lait

## **Chapitre II : Technologie fromagère**

## I. Généralité sur le fromage

### I.1. Définition du fromage

Le terme "fromage" dérive effectivement de l'ancien français "formage", qui provient du latin "formaticum" signifiant "ce qui est fait dans une forme".

Selon les sources, le mot "fromage" est apparu au 13<sup>e</sup> siècle, lorsque le lait était caillé dans des récipients percés appelés "faisselles" en latin "forma". C'est donc le fait de "mettre en forme" le lait caillé qui a donné son nom au fromage (**Rey, 1994**).

Le fromage, tel que défini par le codex alimentaire, est un produit solide ou semi-solide obtenu par la coagulation du lait à l'aide de présure ou d'autres agents coagulants, suivi d'un égouttage partiel du lactosérum. Il présente un rapport protéines de lactosérum/caséine inférieur à celui du lait. Sur le plan nutritionnel, le fromage est considéré comme un aliment de qualité grâce à ses protéines de haute valeur biologique et à sa richesse en minéraux. Il peut être fermenté ou non, affiné ou non, et est exclusivement fabriqué à partir de matières laitières telles que le lait, le lait partiellement ou totalement écrémé, et la matière grasse, utilisés seules ou en combinaison. La teneur minimale en matière sèche (MS) requise pour le fromage est de 23% pour 100g de produit (**Patrick, 2010**) .

### I.2. Définition du fromage de la chèvre

Le fromage de chèvre est principalement élaboré à partir du lait de chèvre, consommé sous forme de fromage à pâte fraîche. Bien qu'il puisse être transformé en divers types de fromages tels que les fromages à pâte molle, à pâte persillée, ou à pâte pressée, la grande majorité du fromage de chèvre produit est du fromage à pâte fraîche. Ce type de fromage est jeune, sans croûte formée, et sa pâte n'a pas été affinée, offrant une texture onctueuse et fondante. (**Vanwerbeck, 2008**).

#### 1.2.1. Production du fromage de chèvre

La production des fromages de chèvre continue de croître chaque année, tout en maintenant une balance entre la production industrielle et la production fermière, artisanale. (**FAO, 2002**).

#### 1.2.2. Fabrication du fromage de chèvre

La transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales pour la plupart des fromages, comme mentionné par **Kin et al., (1994)**:

- Coagulation ou formation du gel ou coagulum.
- Egouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé.
- Affinage ou digestion enzymatique du caillé.

Ces trois étapes sont essentielles dans le processus de fabrication du fromage, permettant de transformer le lait en un aliment solide, aromatique et savoureux.

### 1.2.3. Classification des fromages de chèvre




La variété des fromages de chèvre et des méthodes de fabrication, qu'elles soient traditionnelles ou industrielles, complique leur classification. Selon **Kosikowski** ( 1997), les fromages de chèvre peuvent être regroupés en fonction des critères suivants :

- ❖ la nature de la matière première ;
- ❖ la composition des fromages ;
- ❖ la technologie de fabrication ;
- ❖ le type de pâte obtenue (minéralisation, EST, pH, etc.....) ;
- ❖ la couverture du produit à la consommation (cendré, fleuré, moisi....) ;
- ❖ le lieu de fabrication.

### 1.2.4. Les différentes formes du fromage de chèvre

Le tableau suivant présente les différentes formes de fromages de chèvres.

**Tableau 8.** Différentes formes de fromages de chèvres (**Fox, 2002**).

Caractéristiques	Formes
<b>Cylindre de 60 mm de Ø maximum et dont la longueur est comprise entre 100 et 200 mm</b>	
<b>Cylindre de 85 mm de Ø maximum et dont la longueur est comprise entre 50 et 75 mm</b>	
<b>Pyramide ou tronc de pyramide quel que soit la forme de la base ainsi que les dimensions base et hauteur.</b>	

## **I.2. Définition du fromage traditionnelle**

Le terme "traditionnel" en fromagerie fait référence à la fabrication du fromage de manière artisanale, souvent à la main, en petites quantités, en utilisant du lait local et en suivant des méthodes ancestrales sans recourir à un processus entièrement mécanisé. Cette approche traditionnelle vise à préserver les techniques et les saveurs authentiques du fromage, en mettant l'accent sur la qualité et l'artisanat. Les fromages traditionnels sont souvent appréciés pour leur caractère unique et leur lien avec la culture et le terroir d'origine. **(Michael et Tunick, 2014).**

Les fromages artisanaux ont en effet un lien étroit avec leur lieu d'origine et témoignent de l'histoire et de la culture du groupe qui les fabrique. Chaque fromage traditionnel est le résultat de systèmes complexes qui lui confèrent des propriétés sensorielles spécifiques.

Ces fromages artisanaux sont le fruit d'un savoir-faire traditionnel, d'un lien au terroir et d'un processus de fabrication artisanal qui leur procure une richesse organoleptique et une typicité unique. Ils témoignent ainsi de l'identité culturelle des communautés qui les produisent. **(Licitra, 2010)**

## **I.3. La filière du fromage traditionnelle en algérie**

En Algérie, les fromages traditionnels ont une histoire riche, profondément ancrée dans l'histoire et sont fabriqués selon des méthodes anciennes à partir du lait de vache, de chèvre, de brebis, chamelle ou de mélanges. Plusieurs dizaines de sorte de fromages traditionnels sont produits à travers le pays, mais seuls le Djben et le Klila sont largement connus. Le fromage traditionnel algérien de Bou Saâda a récemment remporté la médaille d'or au mondial du fromage et des produits laitiers en France, soulignant la qualité et la renommée de ces produits fromagers algériens uniques **(Hallal 2001).**

## **I.4. Les différentes étapes de fabrication du fromage traditionnelle**

### **I.4.1. Préparation du lait**

Il est essentiel de suivre plusieurs étapes pour fabriquer du fromage. Tout d'abord, le lait doit être filtré pour enlever les impuretés. Ensuite, il doit être pasteurisé, chauffé à une température spécifique. Enfin, pour accélérer l'acidification du lait, un ferment est généralement ajouté. **Vanwerbeck (2008),**

### I.4.2. La coagulation

La coagulation du lait est un processus par lequel les protéines du lait, principalement les caséines, se déstabilisent et s'agrègent pour former un réseau tridimensionnel appelé coagulum ou gel. Il existe trois types de coagulation du lait (**St-Gelais and Tirard-Collet, 2002**). La température optimale de coagulation se situe entre 35 et 45 °C ; et le processus complet de caillage peut prendre de 12 à 24 heures après l'emprésurage. **Vanwerbeck (2008)**,

#### ❖ Les Agents coagulant le lait

##### ✓ Les agent coagulant d'origine animale

#### La présure, un agent coagulant essentiel pour la fabrication des fromages

La présure est une enzyme protéolytique, c'est-à-dire qu'elle a la capacité de décomposer les protéines. Elle est extraite de la quatrième poche de l'estomac (appelée abomasum ou caillette) des jeunes ruminants non sevrés, comme les veaux, qui sont nourris exclusivement au lait avant leur sevrage. (**Eck et Gillis, 1997**).

La présure de veau est l'agent coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait, étape essentielle dans la fabrication de la majorité des fromages (**Alais, 1984; Ramet, 1997**). Cette présure contient deux fractions actives (**Alais, 2003**).

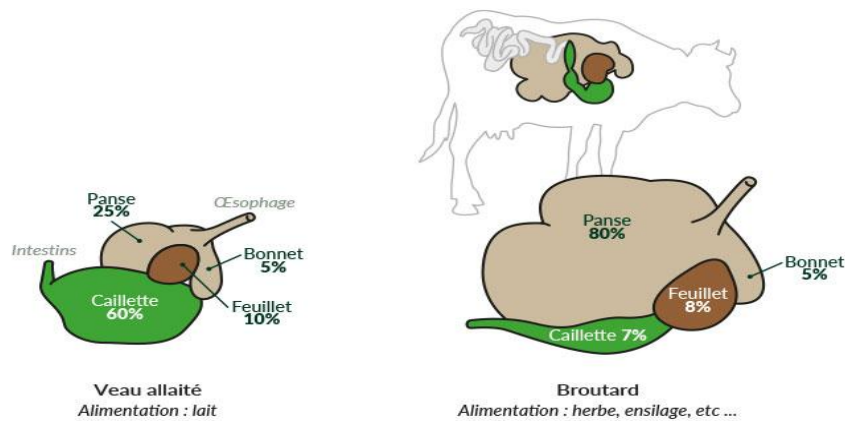
- **Fraction majeure** : *la chymosine*

La chymosine représente environ 80% de la composition de la présure.

- **Fraction mineure** : *la pepsine*

La pepsine représente entre 10 et 20% de la composition de la présure

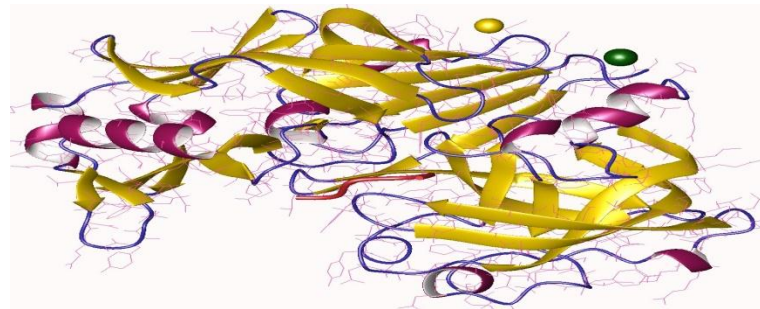
Ainsi, la présure de veau, grâce à ses deux fractions actives, joue un rôle primordial dans la coagulation du lait, étape fondamentale pour la production fromagère.



**Figure 7 :** la caillette

- **Chymosine**

La chymosine, une protéase majeure, est responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale du lait. Elle est libérée sous forme inactive de prochymosine dans la caillette. Lorsqu'elle est exposée à l'acidité (ions  $H_3O^+$ ) de son environnement, elle devient active. Cette protéine complète, classée parmi les protéases acides, présente une stabilité dans une plage de pH allant de 5.3 à 6.3, perd son activité aux alentours de pH 7.5, et se dénature à pH 8. Son inactivation thermique commence à 50°C et elle est complètement inactive à 61°C. (Bouyoucef, Taouzine et al., 2016).



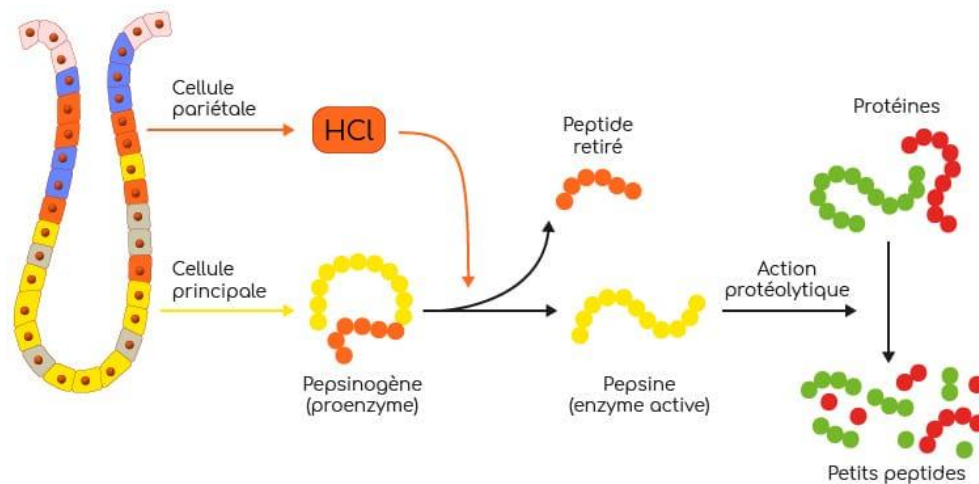
**Figure 8 :** La structure de la chymosine

- **Pepsine**

La pepsine est une enzyme digestive présente dans l'estomac, plus précisément dans le suc gastrique. Son rôle principal dans la digestion gastrique est de décomposer les protéines en fragments de polypeptides plus petits. La pepsine catalyse l'hydrolyse des protéines en sous-unités plus petites, qui seront ensuite décomposées en acides aminés dans l'intestin grêle. (Ramet, 1997) La pepsine est produite sous forme de pepsinogène, un précurseur inactif, qui

est transformé en pepsine active par acidification, aboutissant à une pepsine de poids moléculaire de 35 kDa (Alais, 1984).

En résumé, bien que la pepsine ait une activité coagulante plus faible que la chymosine, elle joue néanmoins un rôle important dans certains procédés de fabrication fromagère, notamment grâce à sa stabilité à des pH légèrement acides et son activité protéolytique élevée .



**Figure 9 :** Le mécanisme de la Pepsinogène et la Pepsine

### ➤ Succédanés de présure

En principe toutes les protéases d'origine animale ou végétale peuvent coaguler plus ou moins fortement le lait. La présure traditionnelle, extraite de la caillette des jeunes ruminants, est en effet largement utilisée dans la fabrication industrielle de fromages. Cependant, la forte demande a rendu son approvisionnement plus difficile, ce qui a poussé les chercheurs à explorer d'autres sources potentielles de protéases pouvant remplacer la présure animale. (Nouani et al., 2009).

Les enzymes coagulantes appelées aussi les succédanés de présure sont classées en trois catégories selon l'origine de l'enzyme à savoir:

1. les succédanés de présure d'origine animale ;
2. les succédanés de présure d'origine végétale ;
3. les succédanés de présure d'origine microbienne.

### ✓ Les agents coagulants d'origine végétale

Les plantes sont utilisées pour faire coaguler le lait depuis l'Antiquité. Comme les extraits de plantes sont utilisés pour la préparation de médicaments, de baumes, de boissons, ils sont ainsi utilisés pour la transformation de certains aliments, comme le fromage. Les plantes peuvent donner un goût amer aux fromages à base de lait de vache, ce qui explique pourquoi la technique est plus répandue pour les produits à base de lait de brebis ou de chèvre. Les plantes utilisées dans la fabrication du fromage comprennent le Gaillet jaune (*Galium verum*), le chardon, l'artichaut et d'autres espèces du genre *Cynara*, l'ortie piquante (*Urtica dioica*) et le pommier Sodomite (*Calotropis procera*). (Veisseyre, 1979).

**Tableau 9:** Plantes locales d'Algérie utilisées pour la coagulation du lait ( Talantikite-Kellil S , 2015) .

Nom scientifique	Français	Anglais	Algérien
<i>Cynara scolymus L.</i>	Artichaut	Artichocke	Karnoune
<i>Cynara cardunculus L.</i>	Cardon	Cardoon	Thaga / kchorchef
<i>Seneciojacobaea L.</i>	Séneçon	Ragwort	Debouz-el-arabe
<i>Ficus carica L.</i>	Figuier	Figtree	kerma

-Les protéases végétales les plus connues sont extraites du :

#### ❖ Le chardon (*Cynara cardunculus L*)

Le chardon pousse sur des sols argileux dans des endroits pierreux. Il est principalement utilisé pour coaguler le lait de brebis. Son utilisation dans le lait de vache entraîne une modification de texture et de goût (plus acide et amer) des produits laitiers en raison de sa forte activité protéolytique non coagulante. (Chazarra et al., 2007; Jacob et al., 2011).



**Figure 10** : aspect d'une fleur de chardon

❖ **L'artichaut (*Cynara scolymus* L)**

L'artichaut et le chardon possèdent les mêmes propriétés coagulantes et 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 sont appelées cardosine A et cardosine B et possèdent des caractéristiques et activités similaires de la chymosine et la pepsine (Silva et al., 2003).



**Figure 11** : L'artichaut

### ❖ La ficine (*Ficus carica* L)

La ficine est une enzyme extraite du latex du figuier, dont le nom botanique *Ficus carica* L, un arbre à feuilles caduques de la famille des Moraceae. (Solomon et al., 2006; Nicotra et al., 2010; Mawa et al., 2013).

Le figuier est un arbre fruitier originaire du Moyen Orient, qui a été naturalisé dans plusieurs régions du bassin méditerranéen, dont l'Algérie. En Algérie, la wilaya de Bejaia est le leader de la production nationale de figues, avec plus d'un million de figuiers et une production estimée à 124.930 quintaux, dont 19.234 quintaux de figues sèches pour la campagne figuicole 2007/2008 (Abdelkader, 2017).

Öner et Akar (1993) ont étudié la possibilité de remplacer la chymosine par la ficine dans la fabrication du fromage. Ils ont constaté que la ficine pouvait remplacer avec succès la chymosine dans la fabrication de fromage, ce qui explique le succès du fromage AGUGLI ou IGUISSI produit dans les montagnes d'Algérie, où le latex de figuier est utilisé comme agent coagulant pour la préparation de ce fromage.



**Figure 12** : Photographie de l'étape de la collecte de latex

### ✓ Agent coagulant d'origine microbienne

En pratique, l'utilisation des préparations enzymatiques microbiennes a été soumise à une stricte réglementation, imposant des contrôles hygiéniques (liés à leur production et extraction) et toxicologiques sévères, afin d'éviter tout risque de toxicité lié à la présence d'antibiotiques et/ou d'aflatoxines (Noor-Devilliet et al., 1983). Ces coagulants peuvent être facilement produits par fermentation. Toutefois, ils montrent une forte activité protéolytique

pendant la fabrication du fromage, ce qui peut entraîner une perte de protéine, un rendement plus faible, et la apparition de saveurs désagréables (**Harboe et al., 2010**).

- **Origine bactérienne**

L'agro-alimentaire a développé une puissante industrie depuis une quarantaine d'années, produisant des substances variées, dont une grande partie d'enzymes qui trouvent de nombreuses applications dans des secteurs industriels variés et en particulier des protéases susceptibles de coaguler le lait. Les souches du genre *Bacillus*, notamment *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus polymixa* et *Bacillus coagulans*, ont fait l'objet de plusieurs recherches pour la production de coagulases. L'utilisation de ces bactéries est limitée par suite de réglementation stricte et leur prix de revient. Cependant, leur aptitude à la coagulation est meilleure que celle d'origine végétale et moins bonne que celle des enzymes produites par les moisissures. Les caillés obtenus manquent de cohésion du fait d'une trop forte activité protéolytique par comparaison à la présure animale (**Alais, 1984**).



**Figure 13** : aspect d'une présure commerciale d'origine microbienne

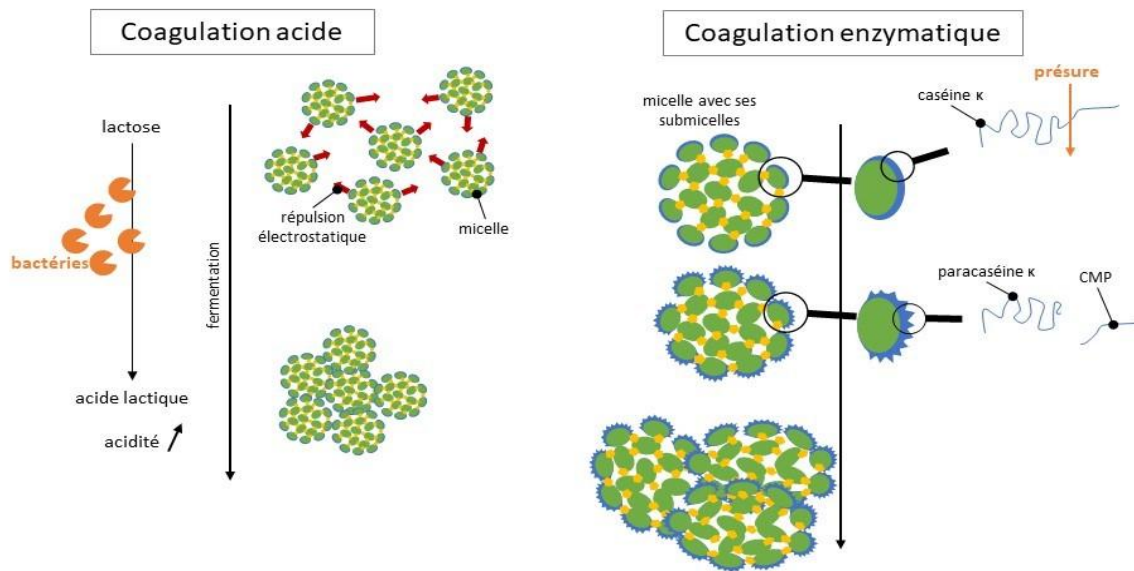
- ❖ **Les types de coagulations**

- **La coagulation acide**

La coagulation acide est causée par les ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. Lorsque le lait de fromagerie produit de l'acide lactique, le pH du lait diminue, ce qui provoque une solubilisation du phosphate de calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine (**Tsakalidou, 2010; Lucey, 2008**). Déprivées de phosphate de calcium, les micelles se défont en sous-unités.

- **Coagulation enzymatique**

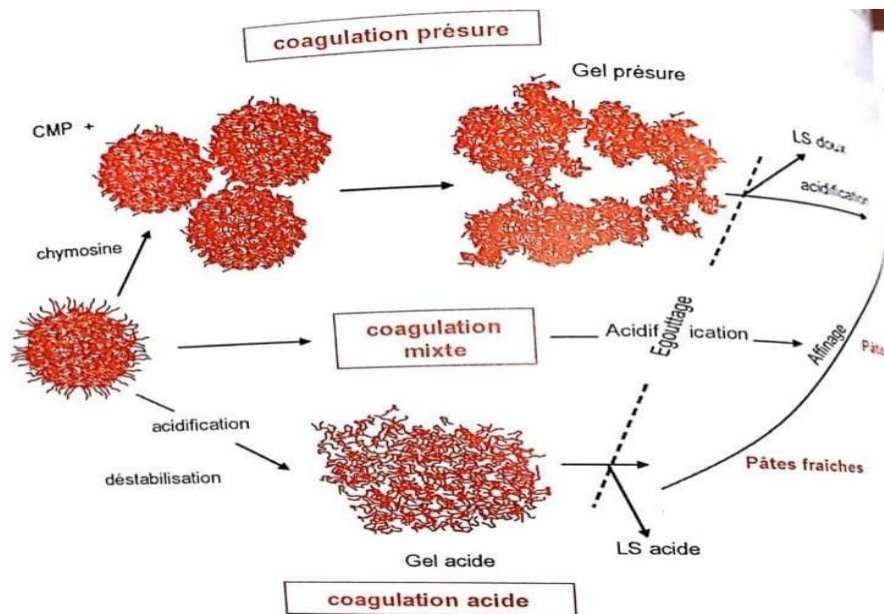
Il y a un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, qui ont la propriété de coaguler le lait. Cependant, cette propriété ne suffit pas à les rendre aptes à produire des fromages de qualité. La présure d'origine animale, composée principalement de chymosine et d'un peu de pepsine (présure: 80% chymosine et 20% pepsine), est le coagulant le plus utilisé. Elle appartient à la famille des endopeptidases et possède une activité spécifique, car elle n'hydrolyse que la caséine-k pendant la fabrication des fromages l'attaque enzymatique se fait sur la liaison peptidique 105 (phénylalanine) - 106 (méthionine) qui libère une partie hydrophile de la caséine kappa (le segment 106-169 caséine macro peptide CMP) et une partie restante hydrophobe la paracaséine kappa (le segment 1-105) rattachée à la micelle. Cette fraction hydrophobe forme un coagulum de micelles sous forme de gel de paracaséine par floculation et agrégation. Lors de la libération du CMP, il se produit une diminution importante de la charge électrique des micelles et de leur degré d'hydratation (St-Gelais *et al*, 2000; Amiot *et al*, 2002).



**Figure 14 :** Principe de coagulation (Coagulation Acide et Enzymatique)

- **La coagulation mixte**

La diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de cette grande diversité (**Romain et al., 2007**).



**Figure 15 :** Type de coagulation et diversité fromagère (**Romain et al., 2007**)

### I.4.3. Egouttage

L'égouttage dans le processus de fabrication du fromage est crucial pour contrôler la teneur en humidité, l'activité microbienne, et la qualité du fromage. Il représente l'étape où certains constituants du gel se concentrent par synérèse, un phénomène de rétraction active, et par l'évacuation passive du lactosérum due à la porosité et la perméabilité du gel. La synérèse permet au fromager de réguler étroitement l'humidité du fromage, influençant ainsi l'activité microbienne et enzymatique, ce qui impacte la maturation, la stabilité, et la qualité du produit final (**Fox et al., 2000**)

### I.4.4. Salage

Le salage est en effet une étape cruciale dans la fabrication du fromage, car le fromage non salé est pratiquement insipide (**Olson, 1995**). Le sel joue un rôle essentiel dans la texture, la saveur et la qualité microbienne des fromages, en inhibant la croissance de certaines

bactéries nocives qui pourraient détériorer le fromage, notamment sur sa surface (**Kindstedt et al.**, 1989; **Paulson et al.**, 1998; **Fox et al.**, 2000).

#### **I.4.5. Affinage**

L'affinage du fromage consiste en la transformation enzymatique des éléments du caillé égoutté, lui conférant ainsi une texture et une saveur spécifiques en fonction du type de fromage souhaité (**St-Gelais et al.**, 2000). Cette phase est conditionnée par la composition et la structure du caillé, la durée d'affinage, la composition de la flore interne et de surface, ainsi que par le contexte environnemental de la cave (**Herbert et al.**, 1999). Au cours de cette étape, divers processus de dégradation se produisent de manière simultanée ou successive dans le caillé en voie de maturation.

### **I.5. Les types de fromages traditionnels en Algérie**

Les fromages traditionnels en Algérie ont une longue histoire et occupent une place significative dans la culture du pays. Bien que l'Algérie produise plus de 10 fromages traditionnels, seuls quelques-uns sont largement connus, tels que le Djben et le Klila. Des fromages emblématiques comme l'Aghoughlou, le Bouhezza, l'Ibakhbakhane, l'Iguane, l'Imadhghass, le Djben, le Kemaria, le L ben, et le Takammart sont des exemples de la diversité des fromages algériens. (**Boudalia et al.**, 2020).

#### **I.5.1. Fromage frais**

##### **I.5.1.1. Jben**

- **Définition :**

Le Jben est un fromage frais traditionnel algérien produit de manière artisanale dans des régions spécifiques de l'Est et de l'Ouest de l'Algérie, plus précisément de la ville de Bou-Saâda, située à 260 km d'Alger, selon **Benheddi et Hellal (2019)**.

- **Fabrication :**

Le Jben est produit avec du lait cru de vache, de brebis ou de chèvre qui a été naturellement acidifié et coagulé avec des enzymes coagulantes en présence de présure végétale (**Tadjine et al.**, 2021 ; **Ouadghiri et al.**, 2005), ou animale ou de starters acidifiants (**Tadjine et al.**, 2021 ; **Hayaloglu**, 2017). De même, le "Jben" peut être fabriqué sans utilisation d'enzymes (**Tadjine et al.**, 2021 ; **Benkerroum et Tamime**, 2004).

L'acidification et la coagulation spontanée du "Jben" faite par des enzymes coagulantes d'origine végétale provenant de fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L.*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) d'artichaut (*Cynara scolymus*) et des graines de courge (Leksir *et al.*, 2019 ; Ouadghiri *et al.*, 2005) .



Figure 16 : Fromage « Jben » (Khater et Ghedar, 2017)

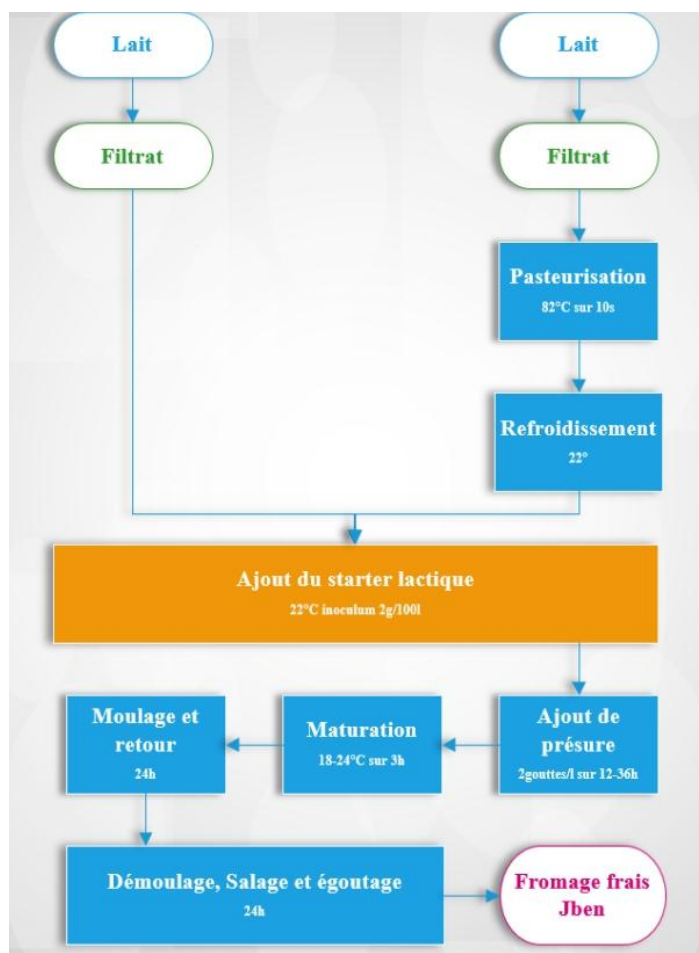


Figure 17: Protocole de production du fromage "Jben"(Tadjine *et al.*, 2021)

### I.5.1.2. Mechouna

- **Définition**

C'est un fromage algérien produit traditionnellement dans la région rurale El Kouif à Tbessa (**Derouiche et Zidoune, 2015**).

- ✓ **Fabrication**

Le fromage frais à pâte molle fabriqué à partir du lait de chèvre est traditionnellement chauffé jusqu'à ébullition, puis du l'ben et du sel sont ajoutés, avec la quantité de l'ben équivalant à la moitié du lait. Ensuite, le mélange est chauffé jusqu'à coagulation, suivie de la séparation du caillé et du lactosérum. Ces éléments sont filtrés à travers un tamis et un tissu fin, puis suspendus pour éliminer le lactosérum. Après un égouttage complet et un pressage, le Mechouna frais est obtenu et conservé dans des récipients en verre, ne devant pas dépasser 6 jours. Pour améliorer ses qualités organoleptiques, des épices sont souvent ajoutées, transformant le Mechouna en "Chnina." (**Lekcir et al., 2019 ; Derouiche et Zidoune, 2015**).



**Figure 18 : Fromage Mechouna (Derouiche et Zidoune, 2015).**

### I.5.1.3. Ighounane

- ✓ **Définition**

Le fromage Ighounane est produit dans les hauteurs du Djurdjura en Kabylie à partir du premier lait de vache, également connu sous le nom de "colostrum", qui est produit après la mise bas de la vache. (**Lekcir et al., 2019**).

**✓ Fabrication**

L'Ighounane est préparé dans des récipients en terre enduite d'huile d'olive, où l'on verse un peu d'eau salée. Le lait est chauffé et coagulé, puis le caillé est découpé pour permettre un meilleur égouttage avant d'être consommé tel quel. (Lekcir et al., 2019).

**I.5.1.4.Aghouglou**

Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par la sève du figuier. Le coagulum ainsi formé est découpé puis mis dans un tissu fin pour compléter l'égouttage (Mahamedi, 2015).

**I.5.1.5.Takemmarite**

C'est un fromage connu également sous le nom de kémaria frais, très répandu dans la wilaya de Ghardaïa ou la région du M'zab. Ce fromage est fabriqué à base du lait cru entier de vache ; de chèvre ou de brebis préalablement salé (sel de table ou alun) et chauffé à 37°C puis emprésuré par le gésier de poulet, caillette de chevreau ou fleur de cardon. Après coagulation pendant 30 minutes, caillé est découpé et égoutté dans un chèche, pour une période de 30 min jusqu'à 24h. La kémaria est mise en forme de galette est consommée avec le thé et le pain dans les occasions religieuses, les invitations spéciales et les soirées familiales (McSweeney et al.,2017).



**Figure 19** : Le fromage Kémaria (Benderouich, 2009)

**I.5.1.6.Takammart**

Le Takammart est un fromage traditionnel de la région désertique du Hoggar, en Algérie.

**Sa fabrication se déroule de la manière suivante :**

- ✓ Le lait de chèvre est caillé à l'aide d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux.
- ✓ Le caillé obtenu est retiré du lait à la louche et déposé en petits tas sur une natte.
- ✓ Le caillé est ensuite pétri manuellement pour évacuer le sérum.
- ✓ Les fromages sont alors déposés sur une natte tressée avec des tiges de fenouil, ce qui leur confère un arôme particulier.
- ✓ Les nattes sont exposées au soleil pendant deux jours, puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement complet du fromage

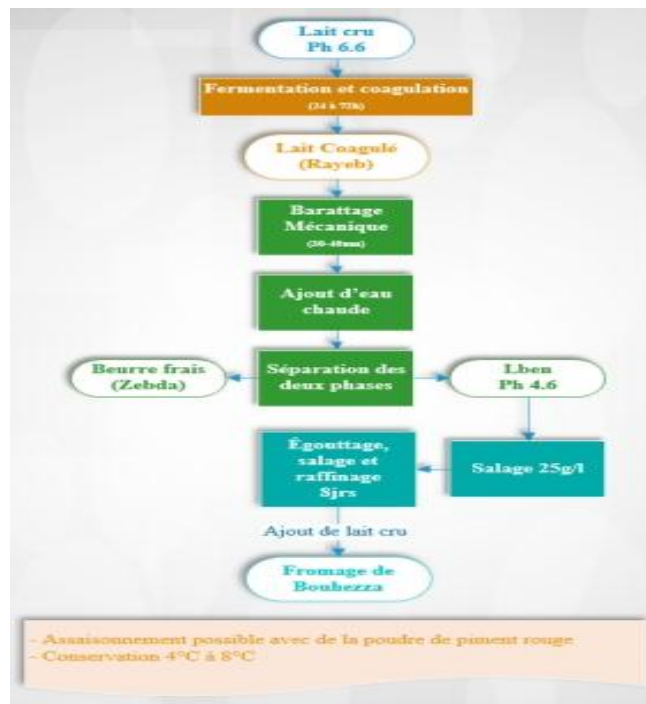
Ce processus artisanal permet d'obtenir un fromage typique de la région, avec une texture ferme et une saveur aromatique. (Mahamedi, 2015).

**I.61.Fromge affiné****I.6.1.1.Bouhezza****• Définition**

Le fromage Bouhezza est une spécialité fromagère traditionnelle originaire de l'est de l'Algérie, notamment des régions d'Oum El Bouaghi, Khenchela et Batna. (Meribai et al., 2017 ; AissaouiZitoun et al. 2012 ; Marino et al. 2012)

**• Fabrication**

Il est fabriqué en faisant fermenter du lait de chèvre, de brebis ou de vache, salés dans une peau, dans laquelle il est affiné pendant 3 à 4 mois. Le processus de fabrication de ce fromage implique la transformation du lait en *lben*, son salage, puis son ajout dans une Chekwa pour un égouttage spontané. Du Lben salé est ajouté tous les 2 jours jusqu'au 42<sup>ème</sup> jour, suivi de lait entier frais jusqu'au 70<sup>ème</sup> jour. Le Bouhezza est ensuite assaisonné avec de la poudre de piment rouge épicé et peut être consommé en tant que pâte à tartiner ou déshydraté pour être utilisé dans des plats traditionnels. Ce fromage a une saveur légèrement plus salée que d'autres fromages. (Aissaoui Zitoun et al. 2012).



**Figure 20** : Schéma illustratif des procédés de fabrication traditionnelle du fromage

« Bouhezza » (Boudalia et al., 2020)

## I.7.1. Fromage fondu

### I.7.1.1. Medeghissa

**Définition** : est un fromage traditionnel de la région de Chaouia en Algérie, tandis que de nombreux autres fromages de vache sont produits dans d'autres régions d'Algérie ou d'autre pays.

**Méthode de fabrication** : Le medeghissa est fabriqué à partir de lait de vache caillé, égoutté, salé et affiné dans une outre en peau de chèvre pendant 2 à 3 mois. D'autres fromages de vache peuvent suivre les procédés de fabrication différents.

## I.6. Les Moisissures

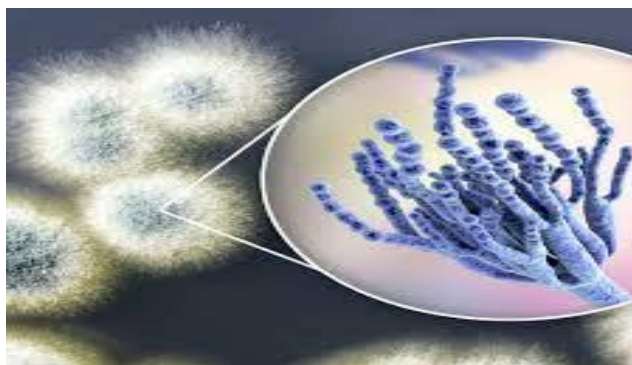
### I.6.1. Définition

Les moisissures sont des champignons microscopiques qui se développent sous forme de colonies visibles à l'œil nu lorsque les conditions sont favorables. Elles font partie du règne fongique et sont composées de cellules qui s'allongent pour former des filaments d'environ 2 à 12  $\mu\text{m}$  de diamètre. L'enchevêtrement de ces filaments produit le mycélium.

Les moisissures sont hétérotrophes, saprophytes et capables de se multiplier dans divers environnements grâce à leurs capacités métaboliques étendues. Elles sont omniprésentes dans l'air, l'eau, le sol, sur les plantes vivantes ou en décomposition, ainsi que dans les matières premières.

Leur développement est favorisé par la chaleur et l'humidité, même si elles peuvent aussi se développer par temps froid. Elles produisent des spores qui se répandent facilement dans l'air et forment de nouvelles colonies lorsque les conditions sont réunies.

Les moisissures sont responsables de transformation de la matière première organiques en produit bonifiés très digestibles pour l'homme et l'animal, en occurrence le pain, le fromage, la bière, l'ensilage, les sauces orientales, les variantes de légumes et fruits...Cependant, l'abus de leur consommation peuvent causer des problèmes de santé comme des allergies, de l'asthme ou des irritations. Il est donc important d'identifier et d'éliminer rapidement toute présence de moisissures pathogènes telle *Torula sp.* dans un bâtiment, en identifiant et en éliminant la source d'humidité à l'origine de leur développement. (Carlotti, 2014).



**Figure 21** : Moisissures au microscope

### I.6.2. Classification des moisissures

La classification des moisissures est basée principalement sur leurs caractéristiques morphologiques et leur mode de reproduction, permettant de les répartir en quatre grandes divisions (McNeil, 2019).

✓ *Zygomycotina*

- Mycélium coenocytique (non cloisonné) et large
- Reproduction asexuée par sporangiospores produites dans des sporanges
- Reproduction sexuée par zygospores issues de la fusion de gamétanges

✓ *Ascomycotina (Ascomycètes)*

- Mycélium cloisonné
- Reproduction asexuée par conidies (spores asexuées)
- Reproduction sexuée par ascospores produites dans des asques

✓ *Basidiomycotina (Basidiomycètes)*

- Mycélium cloisonné
- Reproduction asexuée par conidies
- Reproduction sexuée par basidiospores portées par des basides

✓ *Deutéromycotina (Fungi imperfecti)*

- Champignons ne présentant que la forme asexuée (anamorphe)
- Reproduction uniquement par conidies

Cette classification morphologique traditionnelle est progressivement remplacée par une classification phylogénétique basée sur l'analyse de l'ADN, mieux adaptée pour refléter les relations évolutives entre les différents groupes fongiques. e (Chabasse et al., 2002).

### I.6.3. Conditions de développement des moisissures

❖ **Les éléments nutritifs**

Selon (Labeled et al., 2013), Les moisissures ont besoin de plusieurs nutriments pour se développer, notamment :

- Une source de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote sous forme de composés organiques. La cellulose, les graisses, les sucres et autres matières organiques décomposables peuvent servir de nutriments.

- Des ions minéraux comme le soufre, le potassium et le magnésium. Certains oligo-éléments comme le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse et parfois le calcium sont aussi nécessaires.
- Dans certains cas, des vitamines peuvent être requises pour leur développement.

La plupart des moisissures ne sont très exigeantes en nutriments pour se développer, utilisant les matières organiques présentes dans les matériaux de construction. Les produits celluloseux comme le carton, le papier et le Placoplatre sont des supports idéaux pour leur croissance. De plus, de nombreuses moisissures peuvent se développer sur les fibres naturelles et synthétiques, les tapis et les rideaux. (d'Halweynet *al.*, 2002).

#### ❖ L'activité d'eau

L'activité de l'eau d'un aliment dépend de sa composition chimique, de la quantité d'eau retenue par les sels, sucres et protéines, ainsi que de ses caractéristiques physiques comme la porosité et la polarité. Ce paramètre peut varier de 0 à 1, où 0 représente les substrats retenant toute l'eau et 1 l'eau pure. Les moisissures, de manière générale, sont plus xérotolérantes que d'autres microorganismes tels que les bactéries et les levures. Environ 0,85 d'activité de l'eau est propice au développement des moisissures et à la synthèse de mycotoxines. (Makhlouf, 2019).

#### ❖ Le pH

La concentration en protons dans un milieu a une influence majeure sur son équilibre ionique. Les moisissures sont généralement acidophiles, se développant dans une plage de pH allant de 3 à 7. Cependant, la croissance maximale des moisissures sur les céréales se situe entre un pH de 6 et 8. Ce pH a un impact sur le potentiel de croissance des moisissures xérophiles (Meghazi, 2012).

#### ❖ La lumière

Les radiations du spectre visible, qui se situent entre 380 et 720 nanomètres, ont généralement peu d'impact sur la croissance végétative des champignons, mais peuvent influencer leur capacité de sporulation. Il est intéressant de noter que la plupart des moisissures ne nécessitent pas de lumière pour leur développement ou la germination de leurs spores, comme souligné par Bouderaoune en 2013.

### ❖ L'oxygène

La disponibilité en oxygène est un élément clé pour le développement des moisissures. La plupart sont aérobies, avec les plus exigeantes se trouvant dans les régions périphériques des substrats, tandis que les moins exigeantes peuvent se développer en profondeur. Certaines moisissures peuvent même survivre dans des conditions anaérobies strictes. **(Boucenna et al., 2006).**

#### **I.6.4. Le rôle des moisissures**

Les champignons jouent un rôle crucial dans la dégradation des substances organiques, ce qui les amène à être des destructeurs potentiels de divers biens courants tels que denrées alimentaires, peaux, tissus, bois, livres, œuvres d'art, et autres biens. De plus, ils sont impliqués dans la plupart des maladies des plantes, connues sous le nom de mycoses, et sont également responsables de plusieurs infections affectant les animaux et les humains.

Les champignons jouent un rôle crucial en agriculture, pouvant être à la fois nocifs et bénéfiques. Ils peuvent causer des dommages tels que la destruction des récoltes, mais également apporter des avantages comme l'augmentation de la fertilité des sols et des rendements agricoles accrus grâce aux mycorhizes. De plus, les champignons sont à la base de nombreux procédés artisanaux et industriels anciens, contribuant à diverses applications dans ces domaines

- ✓ la production des aliments pour les humains et les animaux ;
- ✓ la création des saveurs.
- ✓ la production d'antibiotiques ou d'agents antibactériens (la pénicilline).
- ✓ la fabrication de détergents.
- ✓ la fabrication (moisissures) des fromages et des salamis.
- ✓ la fabrication (levures) du pain.
- ✓ la fabrication de divers colorants pour l'industrie textile.
- ✓ La mycoremédiation environnementale et la dégradation de polluants pétrolier.

**(McNeil, 2019).**

# **Matériel et méthodes**

### 1. Objectif d'étude

Il s'agit de contribuer à améliorer la formule fromagère artisanale voire projeté la création d'une nouvelle formule à saïsse sur le savoir-faire fromagée locale ancestrale.

### 2. Présentation de lieu d'étude

Le présent travail a été réalisé au niveau de laboratoire pédagogique de physique-chimique, Département biologique et Agro-Alimentaire, Faculté des sciences Biologique et de la science Agronomique, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

### 3. Matériels et méthodes

#### 3.1. Matériel

##### 3.1.1. Matériels biologique

- **Matière première utilisé**

Une quantité de 10 litres du lait de chèvre de race locale, ont été l'objet de notre investigation. IL est acheté chez les collecteurs et provient de différents centres de collecte, principalement Freha, ferikat, Draa el Mizane, Delys, Baghlia.

- **Moisissure**

- **Ensemencement**

L'ensemencement de la moisissure du pain sur le surface de notre fromage, nous avons au préalable repérer les colonies qui nous ont paru intéressantes de part la ressemblance phénologique aux colonies de *pénicillium camemberi* à savoir un duvet continue uniforme d'une couleur blanche. Nous avons procédé à un prélèvement, sans culture préalable de purification ( à l'aide d'une pince stérile ). Puis nous avons soigneusement déposé celui-ci à la surface de notre fromage de sorte à le recouvrir totalement. Nous signalons toutefois que notre pain moisi a présenté d'autres colonies de divers couleur bleu gris, jaune, voire noire Sombre qui montre la richesse variétale des espèces de moisissure capables de coloniser la galette au levain. **(Figure n° 22)**



**Figure 22:** La moisissure du pain (photo prise au laboratoire)



**Figure 23:** Fromage après l'ensemencement de moisissure blanche du pain (photo prise au laboratoire)

- **Les Arômes**

Dans cette étude on va utiliser de différents arômes tels que : l'ail, le persil, le romarin, le poivre noir dans le but d'améliorer le goût et l'odeur du fromage traditionnelle.





**Figure 24:** Les arômes utilisés (l'ail, le persil, le romarin)

### 3.1.2. Matériels de laboratoire

Lors des essais de fabrication du fromage traditionnel Klila au laboratoire, nous avons utilisé le matériel suivant : Balance de précision ; pH mètre ; Thermomètre de paillasse ; Plaque chauffante ; Bêchers gradués ; Spatules ; Entonnoirs ; Eprouvettes graduées ; Passoire ; Casserole ; Mousseline pour l'égouttage.

## 3.2. Méthodes

### 3.2.1. Méthodes de fabrication

- **La traite du lait**

La traite du lait est effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène afin d'éviter toute contamination.

- **La filtration du lait**

Le lait était filtré à l'aide d'un tissu très fin (bande à gaz ou chèche), pour éliminer le corps étrangers (débris de paille ou de fourrage et de litière, mouches, poils...etc).



**Figure 25 :** Méthode de filtration de lait cru

- **La coagulation du lait**

Se fait à l'aide de lait fermenté, qui est coagulé naturellement à la température ambiante environ 26°C, pour favoriser le développement des bactéries lactiques. Le lait est passé de l'état liquide à l'état solide. Cette opération a duré environ 48 heures.



**Figure 26 :** La forme d'un lait caillé (Le caillage) (photo prise à laboratoire)

- **Pasteurisation**

Le lait coagulé est pasteurisé à une température de 75 °C pendant 15 s, dont le but de détruire les bactéries pathogènes.



**Figure 27 :** Pasteurisation du lait caillé (photo prise à laboratoire)

- **D'écaillage**

Laissé le mélange reposer quelque minute afin que le lactosérum remonte en surface. Le sérum doit être de couleur jaunâtre.



**Figure 28 :** Séparation de lactosérum du caillé (photo prise à laboratoire)

- **Egouttage**

En verse le mélange dans un tissu fin pour que le caillé laisse échapper progressivement le lactosérum pendant 24 h, et obtenir un fromage frais nature. Ce qui permet de prolonger la durée de conservation de fromage.



**Figure 29:** Egouttage manuel (photo prise à laboratoire)



**Figure 30:** L'état de fromage après l'égouttage (photo prise à laboratoire)

- **Le salage**

Après l'égouttage et pour assurer l'action de conservation, l'action antiseptique et l'amélioration du goût on dissémine le sel à l'intérieur du caillé. Plusieurs techniques de salage peuvent être utilisées : le salage à sec en surface et en saumure.



**Figure 31** : Technique de salage

- **Aromatisation de fromage**

Avant de mettre le produit dans des boîtes en plastique, on lui ajoute des agents conservateurs et fonctionnels tels que : le sel, l'ail frais, le persil, le romarin. Puis homogénéisation et remplissage dans des boîtes.



**Figure 32** : Ajout des arômes et homogénéisation (photo prise à laboratoire)

- **Moulage**

On fait le moulage pour donner une forme au fromage.



**Figure 33:** Le moulage

- **Affinage**

Laissé le produit affiné pendant à 4 jours dans le but d'améliorer et développer les arômes ajouté dans le fromage.

3.2.2. Le processus de fabrication du fromage traditionnelle

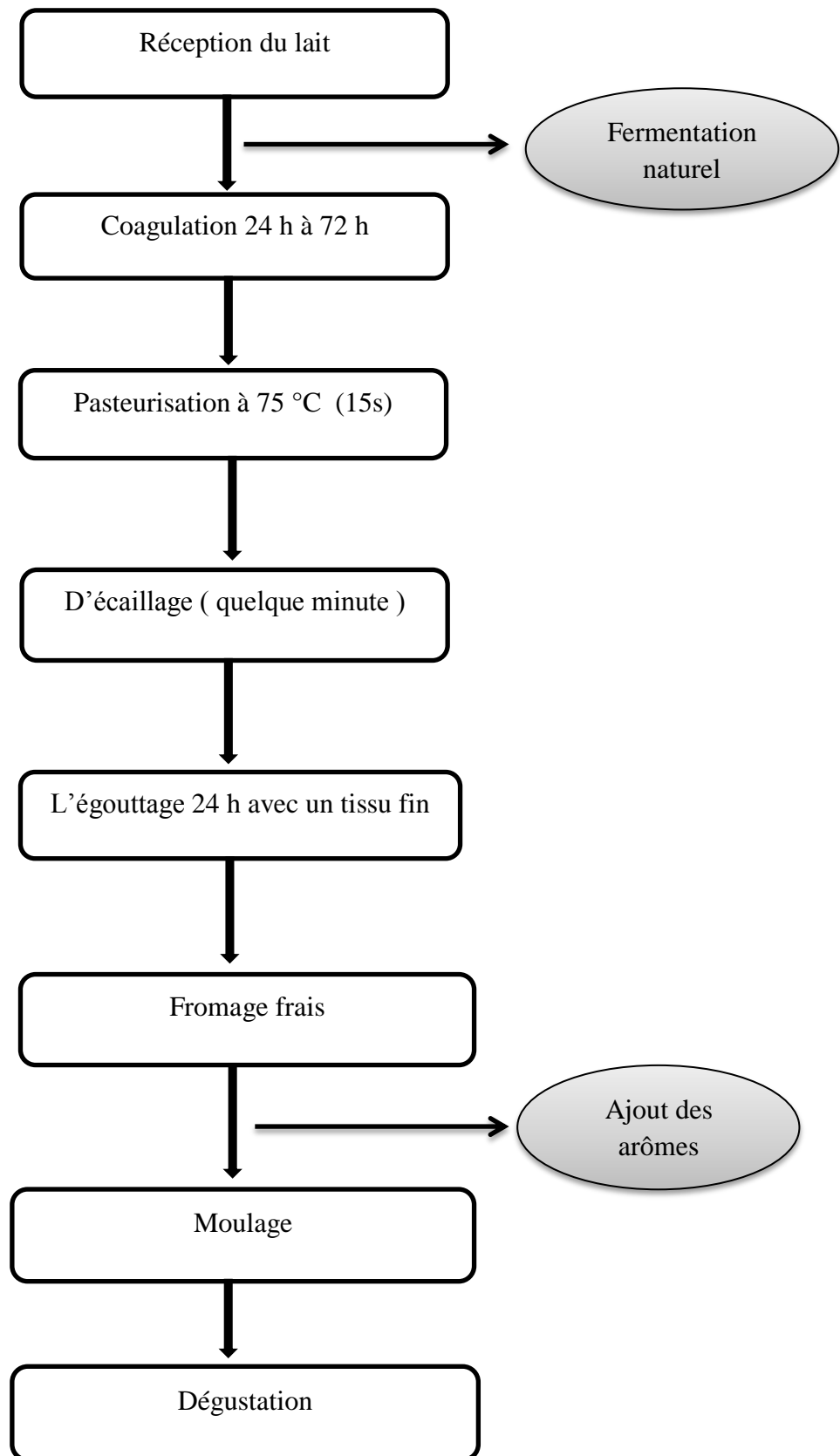


Figure 34 : Diagramme de fabrication du fromage traditionnelle frais

### 3.2.3. Analyses physico-chimique

- **Le pH**

Le pH est déterminé par une méthode électrométrique, à l'aide d'un pH-mètre qui mesure la différence du potentiel entre deux électrodes. En effet nous avons mesuré le pH de lactosérum et le produit fini de quatre différents échantillons.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Préparation de l'échantillon pour essai
- ✓ Etalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampon à pH= 7 ;
- ✓ Régler la température de l'appareil a 25°C ;
- ✓ Introduire l'électrode dans le pot contenant l'échantillon à 25°C ;
- ✓ Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.



**Figure 35:** Instrument de pH de laboratoire (pH-mètre) (photo prise à laboratoire)

- **Taux d'humidité**

Le taux d'humidité est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(p-p1)}{M} \times 100$$

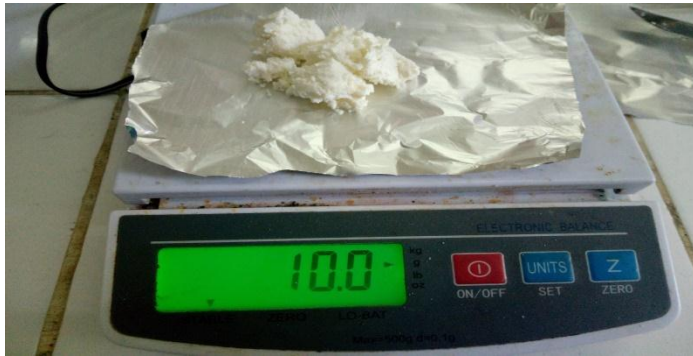
**P** : La masse initiale en g avant séchage (10 g).

**P1** : La masse finale en g après séchage (Ech1= 9 g ; Ech2=9,6).

**M** : La masse de la prise d'essai (10g).

$$\mathbf{Hm}_{\text{Ech1}} = 10 \%$$

$$\mathbf{Hm}_{\text{Ech2}} = 4 \%$$



**Figure 36:** Pesé 10g de fromage sur une balance électrique

### 4. Analyse sensorielle

#### 4.1. Définition de l'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une méthode scientifique qui permet d'évaluer les qualités organoleptiques des aliments, incluant le goût, l'odeur, l'arôme, la texture, et l'aspect. Elle repose sur la capacité des humains à discriminer, quantifier, et décrire leurs perceptions sensorielles. Les organes des sens, tels que la vue, l'ouïe, le toucher, l'odorat, et la goinfrerie, sont considérés comme des appareils de mesure qui peuvent être étalonnés et contrôlés pour obtenir des résultats précis et objectifs (**Branger et al., 2007**).

#### 4.2. Le principe de l'analyse sensorielle

Le principe de base de l'analyse sensorielle est effectivement simple : un produit est présenté à un jury qui répond à une série de questions à propos des caractéristiques sensorielles de ce produit. Elle peut également intervenir en cours de fabrication sur un produit intermédiaire ou pour vérifier le bon déroulement d'une étape de fabrication. De plus, cet outil est précieux pour le marketing, notamment pour le positionnement concurrentiel et le lancement d'un nouveau produit. (**Delacharlerie et al., 2008**).

#### 4.3. Dégustation du fromage

Il est recommandé aux dégustateurs de ne pas utiliser de produits à odeur prononcée, tels que les savons, les lotions et les parfums, avant de participer à un panel de dégustation. Il est également important de ne pas manger, boire ou fumer pendant au moins 30 minutes avant

les essais pour éviter toute interférence avec les odeurs et saveurs des produits testés. (Watts et al., 1991).

### 4.4. Analyse sensorielle du produit fini

Sur une table il y a 4 échantillons de fromage de la chèvre

- ✓ Ech1 : fromage de chèvre dur ;
- ✓ Ech2 : fromage de chèvre frais naturelle ;
- ✓ Ech3 : fromage de chèvre avec l'ail et le persil ;
- ✓ Ech4 : fromage de chèvre avec le romarin et le poivre noir.

Avec l'eau pour rincer la bouche après chaque dégustation.

Les ustensiles utiles (le gobelet à eau, la cuillère, un morceau de pain pour une dégustation Facultatif et l'assiette sont à utilisation unique).

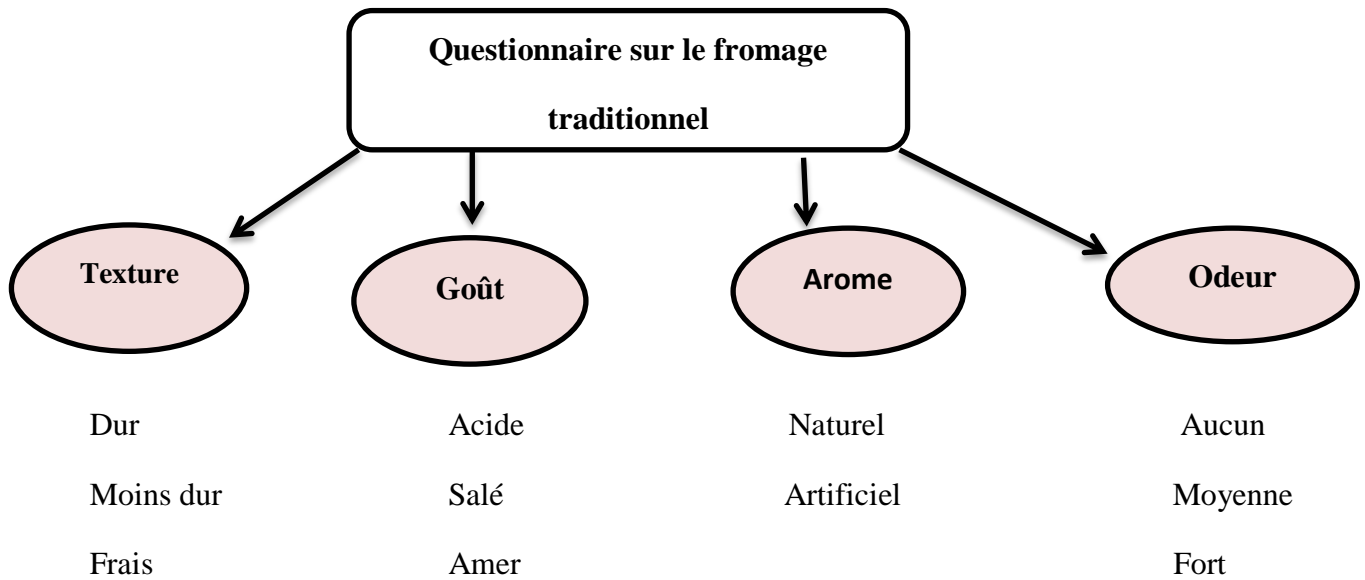


**Figure 37 :** Appréciation sensorielle

Chaque personne analyse une assiette de six (06) échantillons de fromage de la chèvre (odeur, texture, saveur...).

#### 4.5. Structure du questionnaire sur le fromage traditionnelle

Le questionnaire utilisé dans notre travail (Annexe 1) comporte des points de vue des différents dégustateurs (26 personnes) sur le fromage traditionnelle fabriquer durant notre stage. Comporte quatre Appréciation (Texture, Goût, Arome, Odeur).



**Figure 38:** Structure du questionnaire sur le fromage traditionnelle

## **Résultats et discussions**

## Résultats et discussions

### Résultats et discussion

#### 1. Composition physico-chimique de lait de chèvre

##### 1.1. Le Ph

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH-mètre. Les résultats obtenus dans le tableau suivant :

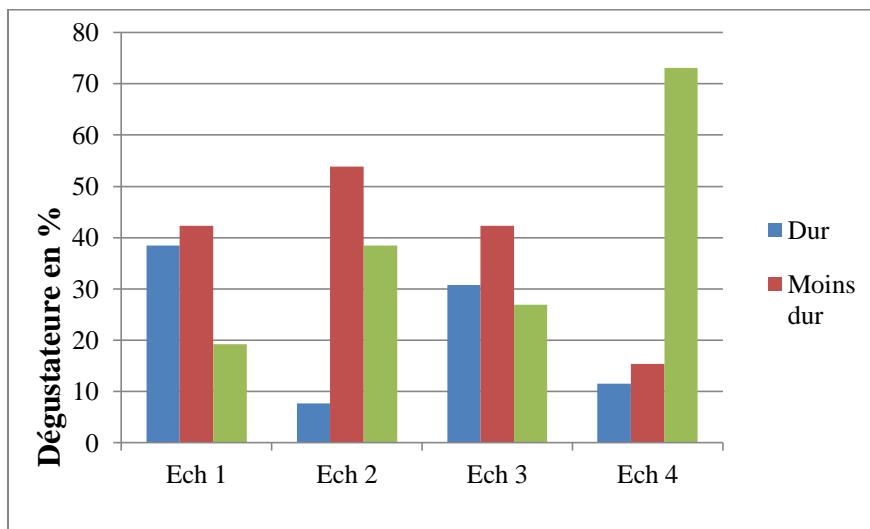
Echantillons	Le pH du lactosérum	Le pH du produit fini
1	4,30	4,28
2	4,25	4,25
3	4,21	4,55
4	4,21	4,53

**Tableau 10 :** Résultats des mesures du pH du lactosérum et du produit fini (fromage frais)

La valeur mesurée du pH du fromage frais (témoin) est de 4,25; elle est inférieure aux résultats de **Kon, 1972** qui varient entre 6.45 et 6.60. Ceci s'explique par la présence d'acide lactique généré lors de la fermentation spontanée lors du caillage.

#### 2. Résultats de la fiche de dégustation du fromage traditionnelle

##### 1.1. Texture

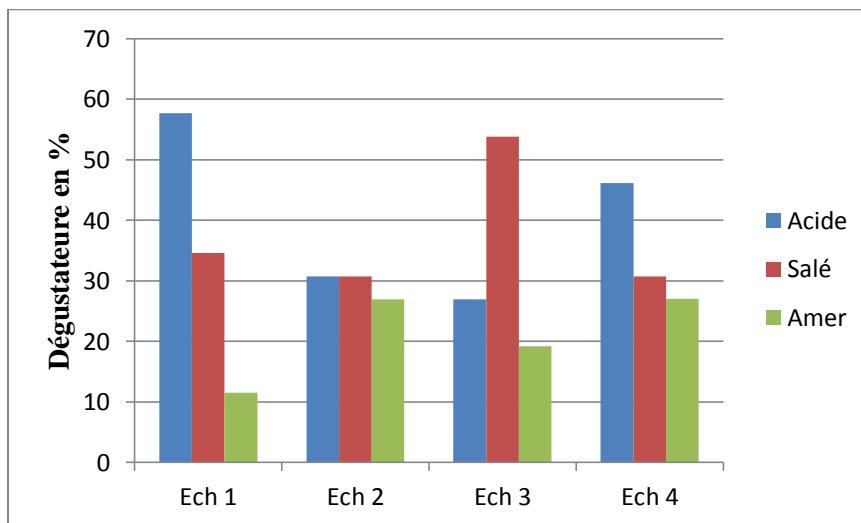


**Figure 39:** histogramme représente les réponses de pourcentage des dégustateurs par rapport à la texture

## Résultats et discussions

L'histogramme ci-dessus **figure (n°39)** illustre les pourcentages des différents échantillons. Les dégustateurs ont noté que l'échantillon deux plus ferme, un pourcentage de réponse (**53,84 %**) ont noté également que l'échantillon 1 et 3 ont atteint un pourcentage de réponse par rapport à ce caractère de l'ordre de (**42,30 %**) et enfin l'échantillon 4 à recueillir le pourcentage de fermeté le plus faible les dégustateurs ont privilégié (**73,03 %**) l'aspect mou de fromage. Cependant il ressort que l'échantillon 1 présente **une dureté** plus importante que les trois autres échantillons avec un pourcentage signalé (38,46 %) ceci est dû au pressage que nous avons exercé manuellement par torsion linge de séchage ce qui a permis d'expulser plus d'eau et rendu le fromage plus ferme.

### 1.2. Le goût

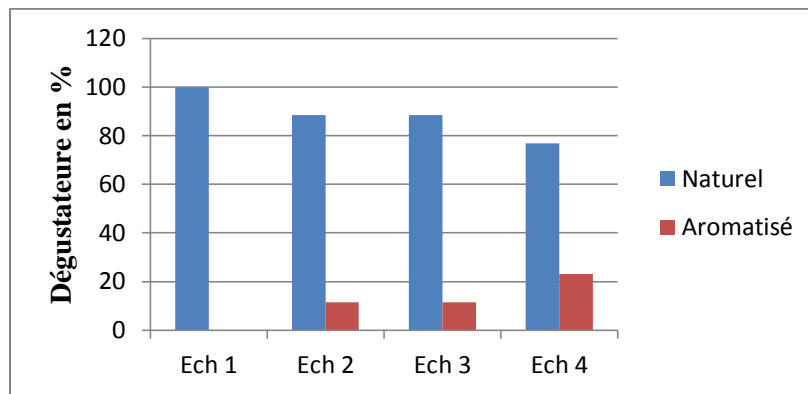


**Figure 40** : histogramme représente les réponses de pourcentage des dégustateurs par rapport au goût

D'après **la figure (n°40)** l'acidité est légèrement présente dans l'échantillon (**4,2,3**) avec un pourcentage de (**46,15 ; 30,76% et 26,92%**) respectivement. et le taux d'acidité est faible dans L'échantillon 3 a été jugé plus doux par les dégustateurs.

L'acidité peut diminuer dans les fromages vieilliss plus longtemps car pendant le processus de vieillissement, les bactéries présentes dans le fromage peuvent consommer une partie de l'acide lactique, réduisant ainsi l'acidité globale du fromage. Cela peut conduire à des saveurs plus complexes et moins acides.

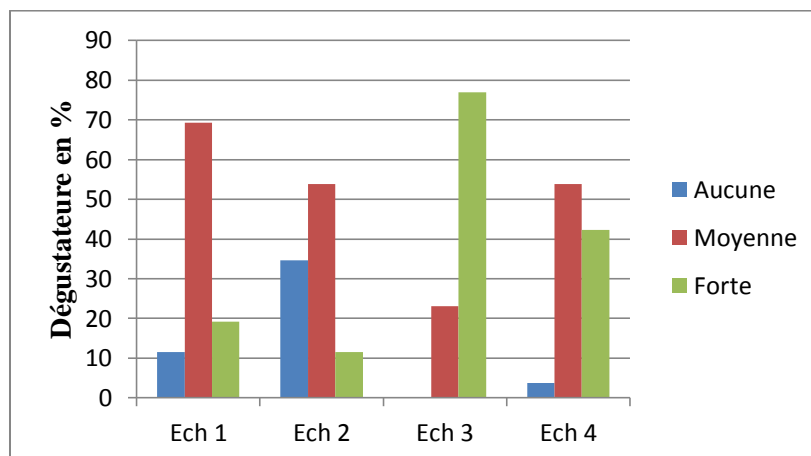
### 1.3. Arôme



**Figure 41:** histogramme représente les réponses de pourcentage des dégustateurs par rapport à l'arôme

Les résultats illustrés par cette **figure (n°41)** présente le pourcentage de l'arôme. L'échantillon 1 montre un arôme caractéristique du fromage naturel de chèvre à raison de **(100 %) de réponses**, par contre les échantillons 4, 2, 3 sont plus aromatisés **(23,07%)**, **(11,53)** et **(11,53)** avec une prédominance de l'échantillon 4.

### 1.4. Odeur



**Figure 42:** histogramme représente les réponses de pourcentage des dégustateurs par rapport à l'odeur

Selon les résultats représentés dans la **figure (n°42)**, le pourcentage marqué par l'échantillon 3 **(76,92%)** révèle une odeur fort en raison des arômes ajoutés (l'ail ; persil) pendant le processus de la fabrication, ces arôme ont donné au fromage une odeur plus prononcée par rapport aux autres échantillons.

**CONCLUSION**

## CONCLUSION

---

### CONCLUSION

Au terme de notre travail, les conclusions les plus importantes qu'on peut en déduire s'échelonnent en deux phases à savoir d'une part, la preuve de la prédominance d'un savoir-faire fromager chez les populations rurales les plus enclavées d'Afrique, sans toutefois faire l'objet d'aucune amélioration par notre industrie fromagère moderne

D'autre part, il est possible de parvenir à produire un caillé capable d'évoluer naturellement en une pâte fromagère molle ou ferme convenable à partir du lait de chèvre du fait de ses caractéristiques uniques.

Toutefois, une légère acidité rafraichissante inhérente au caillage spontané, très appréciée d'ailleurs par le palet de nos dégustateurs se prête à des assaisonnements compensatoires et exhausteurs de saveur par addition de plantes aromatiques et épices.

Dans le but d'améliorer la qualité organoleptique de notre fromage et pour présenter au consommateur des variantes de goûts nouveaux et naturelles ; nous avons proposé à une analyse sensorielle des fromages assaisonnés sur un panel non expert constitué de 26 personnes (tous sexes et âges confondus) avec une validation d'un plan d'expérience généré par le logiciel Excel. L'utilisation des condiments choisis (le romarin ; le persil ; poivre noir ; l'ail) présente un bon potentiel pour aromatiser les fromages de chèvre de manière traditionnelle et naturelle. Ce type de fromage offre des bienfaits santé tout en proposant de nouvelles saveurs.

Cette étude montre l'intérêt d'explorer les possibilités d'aromatisation naturelle des fromages traditionnels, en valorisant les produits locaux et les savoir-faire ancestraux. Les résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'industrie fromagère artisanale et de terroir.

Toutefois, nous signalons que nos multiples tests de maturations de la pâte fromagère à la levure du pain au levain sont demeurés sans succès.

Nous recommandons de poursuivre cette expérience dans de meilleures conditions afin de formuler et d'améliorer nos recettes sans usage de présure importée et potentiellement sans *Penicillium candidum* d'importation également que nos compatriotes pieux redoutent tant.

## **Références bibliographiques**

## A

- **Aboutayeb, R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers. Consulté à l'adresse <http://www.azaquar.com>, le, 15(05), 2016.
- **AFSSA (2008).** (L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments) Maisons-Alfort, le 25 juillet 2008.
- **AIT AMER MEZIANE L. 2008.** Aptitude des laits de chèvres et berbis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse de Magister en science Agronomiques, 2008
- **Alais. C. (1984).** Sciences du lait, principes des techniques laitiers, volume10, 3éme édition,
- **Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P. et Simpson, R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In Science et technologie du lait. C.L. Vignola. Montréal: Presses internationales polytechnique. P.1-74

## B

- **Benkerroum, N., & Tamime, A. Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. Food Microbiology, 21(4), 399–413.
- **Boucenna S., Herri M., Meliani L. (2006).** Contribution à l'étude de la cinétique de
- **Boudalia, S., Boudebbouz, A., Gueroui, Y., Bousbia, A., Benada, M., Leksir, C., Boukaabene, Z., Saihi, A., Touaimia, H., Aït-Kaddour, A., & Chemmam, M. (2020).** Characterization of traditional algerian cheese “bouhezza” prepared with raw cow, goat and sheep milks. Food Science and Technology, 40(2), 528-537.
- **Boudechiche, L., Tadjine, A., & Chemmam, M. (2021).** Milk heat treatment affects
- **Bouderaoune S. (2013).** La croissance des champignons filamenteux dans les milieux
- **Bouyoucef Y, Taouzinet A and Bel Hamiche NE (2016):** Obtention et caractérisation d'une protease coagulante de *Penicillium* sp.
- **Boyaval, P., Deborde, C., Corre, C., Blanco, C., & Bégué, É. (1999).** Stress and osmoprotection in propionibacteria. Le lait, 79(1), 59-69.

## C

- **Carlotti A. (2014).** Technologie/process Identification des moisissures. La Vague, 42:
- **Chabasse D., Bouchara J.P., Gentile L., Brun S., Cimon B., penn P. (2002).** Les chèvre. Cah Nutr Diét23, 367-374
- **Codex Alimentarius.(1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999.1-4 pages. »
- **Coveney et DarntonHill, 1985 et Grandpierre et al, 1988), Composition** nutritionnelle moyenne de lait (pour 100 g)  
croissance de quelques moisissures issues de produits alimentaires. En vue de

## D

- **Dadie A. 2009.**Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynarascolumus*) and from the figtree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. J. Food Technol. 7(1):  
de Parasitologie-Mycologie du CHU d'Angers, cedex.
- **Desjeux, J. (1993).** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Le Lait 73, 573-580.
- **D'halweyn M A., Leclerc J M., King N., Bélanger M., Legris M., Frenette Y. (2002).**

## E

- **Eck A, Gillis JC. 1997.** Les agents de transformation du lait. Le fromage. 3ème éd: Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris. 189 p.
- **Eck A, Gillis JC. 1997.** Les agents de transformation du lait. Le fromage. 3ème éd: Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris. 189 p  
En Biologie, Université de Jijel.  
extrêmes. Mémoire de fin d'études Pour L'obtention du diplôme des études supérieures

## F

- **FAO. 2002 :** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .chapitre 5, lait fermenté .collection FAO/Alimentation et nutrition p 7-28. 271p
- **FAOSTAT (2022).** Cultures et produits animaux. In "Division des statistiques", Rome, Italie.

- **FOX P.F, Hayaloglu A.A, Guvena M.2002:** Microbiological, biochemical, and technological properties of Turkish with cheese” Bayaz Pynier”. International Dairy Journal 12:635-648.
- **Fox, P.F., T.P. Guinee, T.M. Cogan et McSweeney, P.L.H. (2000).** Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD. 587p
- **FREDOT E, (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages) .

## G

- **Getaneh G., Mebrat, A., Wubie, A., et Kendie, H., (2016)** Review on Goat Milk Composition and its Nutritive Value, University of Gondar, Faculté of Veterinary Medicine, Unit of Biomedical Science, Ethiopia, J Nutr Health Sci 3(4) : 401
- **Grandpierre C, Ghisolfi J, Thouvenot JHP (1988)** Étude biochimique du lait de

## H

- **Hafid N., (2006).** L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins. Mémoire de Magistère en Sciences vétérinaires, Univ de Batna, 101P
- **Hallel A. (2001)** Fromages traditionnels algériens.
- **Harboe, M., Broe, M. L., & Qvist, K. B., (2010).**The production, action and application of rennet and coagulants. Technology of cheese making,2.
- **Hayaloglu, A. A., Fox P. F., Guven, M., Cakmakci, S. (2007).** Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. Le Lait, INRA Editions, 87 (2), 79-95
- **Herbert, S., Riaublanc, A., Bouchet, B., Gallant, D.J. et Dufour, E. (1999).** Fluorescence

## I

- **ISRMJPV-LNERV/FEVR 1999, LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS**  
DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES DE PRODUCTION INTENSIVE EN AFRIQUE DE L'OUEST 2 p

## K

- **Kadi S.A., Hassini F., Lounas N. et Mouhous A., (2013).** Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie, In Options
- **Khater, I. et Ghedar, M. (2017).** Dénombrement et caractérisation de la flore lactique et la flore de contamination du « jben » traditionnel fabriqué par des coagulants de nature végétale. Mémoire de MASTER, UNIV. Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 15p.
- **Khemici E., Mamou M., Lounis A., Bounihi D., (1993).** Étude des ressources génétiques caprines de l'Algérie du nord à l'aide des indices de primarité. Animal Genetic Resources Information Bulletin - 17,p 61-71
- **KHOUALDI Ghania Année universitaire 2016-2017** Caractérisation du fromage traditionnel algérien « Medeghissa ».
- **Kin J.K., Star Zak M., Prec Rshot G. W., Marshall R, et Bajpair K., 1994 :** Critical reactions in repining of cheese: a kinetic analysis. Applied biochemistry and biotechnology.
- **Kindstedt, P.S., J.K. Rippe, et C.M. Duthie (1989).** Application of helical viscometry to study commercial Mozzarella cheese melting properties. Journal of Dairy Science 72(12):312–3128.

## L

- **Labed O., Labani F., Lakehal Z. (2013).** La dégradation des hydrocarbures pétroliers
- **Leksir C, Chemmam M. 2015** Contribution on the characterization of Klila, a traditional cheese in east of Algeria. Livestock Research for Rural Development;27:5.
- **Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., & Chemmam, M. (2019).** Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. Journal of Ethnic Foods, 6(1).  
doi:10.1186/s42779-019-0008-4.  
Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur.
- **Licitra, G. (2010).** Worldwide traditional cheeses: Banned for business? Dairy Science & Technology, 90(4), 357–374. Doi :10.1051/dst/2010016  
l'obtention du diplôme d'études supérieure en biologie, Université de Jijel.
- **Lucey J.A. (2008).**Some perspectives on the use of cheese as a foodingredient. DairySci.Technol. p.1-22.

## M

- **Mahamedi, A. E. (2015).** Etude des qualités: hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Benlahcen K. Université d'Oran. Algérie.111p.
- **Makhlouf J. (2019).** Caractérisation de la biodiversité des souches d'Aspergillus de la
- **Mawa S, Husain K and Jantan I (2013)** Ficus carica L. (Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine2013
- **McNeil R. (2019).** Le grand livre des champignons du Québec et de l'est du Canada — Édition revue et augmentée. Québec: Michel Quintin.
- **Meghazi N. (2012).** Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les métabolique et morphologique. Thèse de doctorat, Université de Toulouse
- **Michael, H., et Tunick. (2014).** The science of cheese. New York: Oxford University Press.  
microbial characteristics of cows' and goats' "jben" traditional fresh cheeses. Food moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation biologie médical n°25, laboratoire moisissures du blé stocké. En vue de l'obtention du diplôme de magistère, Uuniversité d'Alger.
- **Mouhous A., Kadi S. A., Berchiche M., Djellal F., Huguenin J. et Alary V., (2016).** Performances de production et commercialisation de lait dans les exploitations caprines en zone montagneuse de Tizi-Ouzou.



- **Nicotra G, Vicentini S and Mazzolari A (2010)** Research and development of a dryextract.Nutrafoods9:27-30
- **Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M.M.,**
- **Noor-Develiet P.E., Gist-Brocades N.N. Et Delft N.C.D., (1983).** Les Enzymes Alimentaires : Utilisation et Innocuité. Microbiol. Alim. Nut., 1 : 15
- **Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M.M., Dadie A. 2009.**Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke

flowers (*Cynarascolumus*) and from the figtree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol.* 7(1): 20-29.

## O

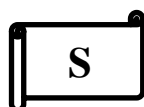
- **Olson, N.F. (1995).** Cheese. In *Biotechnology*, Vol. 9, Eds Rehm, H.-J. et Reed, G., Weinheim, Germany: Verlag Chemie.p. 355-38
- **Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M., & Swings, J. (2005).** Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). *FEMS Microbiology Letters*, 251(2), 267–271. Doi : 10.1016/j.femsle.2005.08.012.
- **Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M., & Swings, J. (2005).** Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). *FEMS Microbiology Letters*, 251(2), 267–271. Doi : 10.1016/j.femsle.2005.08.012.  
par des moisissures. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme des études
- **Öner M and Akar B (1993).** Separation of the proteolytic enzymes from figtree latex and its utilization in Gaziantep cheese production. *LWT-Food Science and Technology* 26:318-321.

## P

- **Park, Y.W. (2006)** Goat milk—chemistry and nutrition. In : Park YW, Haenlein GFW (Eds), *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, 34-58.
- **PATRICK A., LEAN L., PHILIPPE C., 2010.** fabrication des produits laitiers frais. in : Daniel S., Martin F., Philippe D., *Transformer les produits laitiers frais à la ferme*. Martine, Paris, p.39-143.
- **Paulson, B.M., McMahon, D. J. et Oberg, C. J. (1998).** Influence of sodium chloride on appearance, functionality and protein arrangements in nonfat mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*. 81(8): 2053-2064.
- **POUGHEON, S. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières.  
Quebec: Institut national de santé publique.

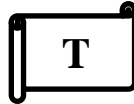
## R

- **Ramet J., (1997).**L'égouttage du coagulum. in: Eck A Gillis J.LE Fromage.3ème édition, Lavoisier, paris, p42-61.
- **RAMET (1985).** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO, Production et santé animales, no 48, 187 p
- **Ramet, J.P., (1997),** Les agents de transformation du lait; la présure et les enzymes coagulantes In: Le fromage. Ed., A. Eck, 3ème ed., Technique et documentation Lavoisier, p.101-107, 539p.
- **REMEUF F., LE NOIR J. Et DUBY C., 1989.** Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. Lait, 69,499, 518.
- **REY A., 1994.** Dictionnaire Historique de la Langue Française. Dictionnaires Le Robert, nouvelle Ed., Paris
- **Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Pierre Schucke, Gérard Brulé. 2007 :** Science des aliments ; volume 2.Technologie des produits alimentaires, chapitre 1 du lait aux produits laitier. Edition Tec et Doc. Pp 43-50.183p
- **Rosario, M., Garcia, A., Diego Barriga, V., Benito Rodriguez, F.(2010).** Normes principes de fabrication de fromage. Forma Animada S.L.L. Livre.  
Science and Technology, 41(1), 136–143  
section Flavi isolées d'aliments commercialisés au Liban: approche moléculaire,

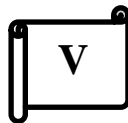


- **Silva SV, Allmere T, Malcata FX, Andrén A. 2003.** Comparative studies on the gelling properties of cardosin extracted from *Cynaracardunculus* and chymosin on cow's skimmilk. International dairy journal 13(7):559-564
- **Smaili S et rahmouniR., 2015 :** Contribution a l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique du fromage traditionnel en Algérie« Bouhezza ». Mémoire d'Ingénieur. d'Etat en Génie Biologie, Univ. A MIRA , Bejaia, 12p.
- **Solomon A, Golubowicz S, Yablowicz Z, Grossman S, Bergman M, Gottlieb HE, Altman A, Kerem Z and Flaishman MA (2006)** Anti-oxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). Journal of agricultural and food chemistry 54:7717-7723
- **ST-Gelais D.D., Ould-Baba A.M. et Turcot S.M., 1999.** Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. Agriculture et Agro-alimentaire, Canada, 1-33.

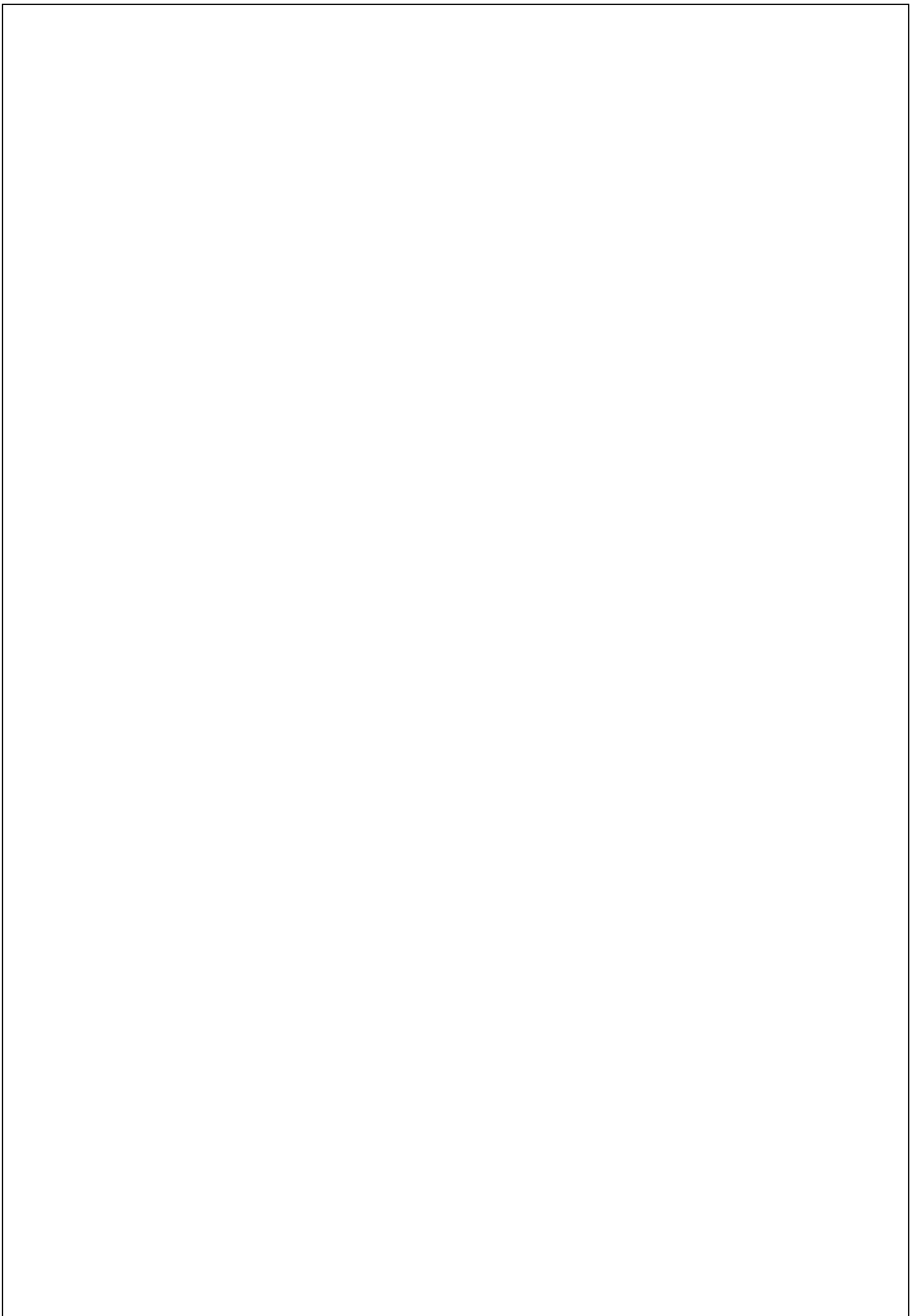
- **St-Gelais, D. Patrik, T.C., Géatan, B. Roger, C. et Roger, D. (2000).** Fromage technologie de lait et ses dérivés. Chapitre 6.p.349-415.
- **St-Gelais, D. Patrik, T.C., Géatan, B. Roger, C. et Roger, D. (2000).** Fromage technologie de lait et ses dérivés. Chapitre 6.p.349-415
- **St-Gelais, D., Tirard-Collet, P., 2002.** Fromage. Science et technologie du lait: transformation du lait, 349-415. supérieures en Biologie Université de jijel.



- **Tadjine, D., Boudalia, S., Bousbia, A., Gueroui, Y., Symeon, G., Mebirouk**
- **Tsakalidou E. (2010).** Handbook of dairy products. Chapter 30. Microbial flora. uniaxial compression. Journal of Food Science 57(5):1078–1081.



- **Vanwarbeck O., 2008.** Caractérisation technico-économique des élevages de chèvres laitières en région Wallonne. Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention de titre bachelier en Agronomie. Option techniques et gestion Agricoles. Vét, 145.
- **VEINGLOUB., BALTADJIEVA M., KALATZOPOULOS G., STAMENOVAV. et PAPADOPOULOUE., 1982.** La composition de lait de chèvre de la région de Plovidiv et en Bulgarie et de Ioninna en Grèce. Lait, 65, 155-165.
- **Veisseyre R., 1979:**Technologie du fromage: 3ème édition. Maison Rustique, 714 p.20-29.
- **Vignola C.L., (2002).** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN : 29-34, 600p.Canada, 600 p.
- **Veisseyre R., 1979:**Technologie du fromage: 3ème édition. Maison Rustique, 714 p



**Annexe**

## Fiche de dégustation du fromage traditionnelle

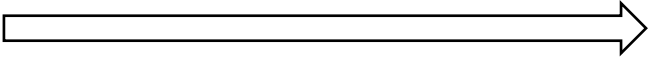
Date de dégustation :

Nom :

Prénom :

Test	Sensation ressentie	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4
Texture	Dur				
	Moins dur				
	Mou				
Gôut	Acide				
	Salé				
	Amer				
Arome	Naturel				
	Aromatisé				
Odeur	Aucune				
	Moyenne				
	Forte				

✓ Indice de Satisfaction (qualité du produit) /10

Le Meilleure  Le moins bon

## **Résumer**

Le lait cru de chèvre est transformé en de nombreux types de fromages et fait partie des produits laitiers traditionnels algériens, produits et même vendus de différentes manières dans plusieurs régions du pays.

Notre étude s'agit d'améliorer la formule fromagère artisanale, par l'ensemencement de moisissure du pain sur leur surface afin d'obtenir des nouveaux résultats. En revanche, nous avons ajouté des plantes aromatiques issues d'espèces différentes pour améliorer sa qualité organoleptique tels que (le romarin ; le persil ; l'ail et poivre noir). La fabrication du fromage a été réalisée par une méthode traditionnelle, incluant plusieurs étapes : la préparation du lait, la filtration, la coagulation, l'égouttage et le salage, pour obtenir un fromage frais.

Nous avons effectué plusieurs analyses sensorielles (goût, couleur, texture et saveur) de ce fromage devant un jury non expert pour évaluer l'étendue de leur appréciation pour ce type de fromage, qui présente des bienfaits pour la santé avec un goût aromatisé. Tous les fromages ont été analysés sous différents aspects. L'un de ces échantillons est préféré par les dégustateurs participant à notre travail, sous sa forme aromatisée, ce qui implique que le condiment utilisé présente un bon potentiel d'utilisation future dans le milieu de l'industrie fromagère.

**Mot clés :** fromage de chèvre, lait de chèvre, plantes aromatique, les analyse sensorielle , moisissure du pain , ensemencement .

## **Abstract**

Raw goat's milk is processed into many types of cheese and is one of Algeria's traditional dairy products, produced and even sold in different ways in several regions of the country.

The aim of our study is to improve the artisanal cheese formula, by seeding bread moulds on their surface in order to obtain new results. On the other hand, we added aromatic plants from different species to improve its organoleptic quality (rosemary; parsley; garlic and black pepper). The cheese was made using a traditional method, including several stages: milk preparation, filtration, coagulation, draining and salting, to obtain a fresh cheese.

We carried out several sensory analyses (taste, color, texture and flavor) of this cheese in front of a non-expert jury to assess the extent of their appreciation for this type of cheese, which offers health benefits with an aromatized taste. All the cheeses were analyzed from different angles. One of these samples is preferred by the tasters participating in our work, in its flavored form, implying that the condiment used has good potential for future use in the cheese industry.

**Key words:** goat cheese, goat milk, aromatic plants, sensory analysis, bread mold, seeding.



يتم تصنيع حليب الماعز الخام إلى أنواع عديدة من الجبن، وهو أحد منتجات الألبان التقليدية في الجزائر، ويتم إنتاجه وبيعه بطرق مختلفة في العديد من مناطق البلاد.

تتضمن الدراسة الحالية صنع جبن تقليدي من حليب الماعز الخام باستخدام نباتات عطرية وتوابل من أنواع مختلفة (إكليل الجبل، البقدونس، الثوم والفلفل الأسود). صُنِعَ الجبن باستخدام طريقة تقليدية، تتضمن عدة مر تحضير الحليب، والتصفية، والتخثر، وتقطيع الخثارة، والتصفية، والتمليح، للحصول على جبن طازج. قمنا بإضافة النباتات العطرية والتوابل لتحسين جودته الحسية.

قمنا بإجراء العديد من التحليلات الحسية (الطعم واللون واللمس والنكهة) لهذا الجبن أمام لجنة من غير الخبراء لتقييم مدى تقديرهم لهذا النوع من الجبن الذي يقدم فوائد صحية مع طعم عطري. تم تحليل جميع الأجبان من زوايا مختلفة. كانت إحدى العينات مفضلة من قبل المتذوقين المشاركين في عملنا، في شكلها المنكهة، مما يعني أن التوابل المستخدمة لها إمكانات جيدة للاستخدام المستقبلي في صناعة الجبن.