

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة جيلالي بونعامة  
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de science de la nature et de la vie



## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

**Domaine :** Science de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité :** Microbiologie appliquée

# Contribution à la valorisation des figues dans l'élaboration du fromage frais

### Présenté par :

- Kerdougheli Houria
- Abdessemed Rima

### Devant le jury :

SADI F	MCA	Président	(U.D.B Khemis Miliana)
ZAOUADI N	MCB	Promoteur	(U.D.B Khemis Miliana)
BENSEHAILA S	MCA	Examineur	(U.D.B Khemis Miliana)

Année universitaire : 2021/2022

## **REMERCIEMENT**

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné la santé, le courage, la force, la volonté et la passion pour pouvoir réaliser ce travail.*

*Nos remerciements les plus distingués s'adressent à **Madame ZAOUADI Nesrine** qui a accepté de nous encadrer et de nous aider à accomplir ce travail. On tient à lui exprimer toute notre gratitude, pour ces encouragements et surtout pour la grande patience qu'elle a manifestée, on se trouve incapable de formuler nos remerciements envers elle. Aujourd'hui nous témoignons que nous vous sommes redevables et on vous remercie par l'occasion, pour avoir bien voulu diriger notre travail.*

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :*

***Madame SADI** pour avoir accepté de présider le jury de soutenance et d'évaluer ce travail. Et de vous remercier pour tout ce que nous avons apporté tout au long de nos études.*

***Madame BENSEHAILA** pour avoir accepté d'examiner notre travail. Nous vous en sommes très reconnaissantes, en espérant être à la hauteur de votre confiance.*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent au personnel du laboratoire microbiologique de la laiterie d'**ARIB** et ceux du laboratoire physico-chimique. En particulier **Mr « KADAOUI Sofiane »** Chef du laboratoire de la laiterie d'**ARIB**.*

*Nous tenons à remercier **Mr «BOULAL Mohammed»** responsable de laboratoire Physico- chimique, **Madame « Sarah »** et **Madame***

***«Latifa»** de laboratoire de Microbiologie. Merci de nous accueillir dans vos laboratoires. Nous vous remercions d'avoir enrichis nos connaissances et de nous avoir guidés durant toute la période du stage et nous avons grandement apprécié votre soutien, votre implication et votre expérience.*

*Nous tenons à remercier tous les membres de laboratoire physico-chimique pour leurs conseils, leurs soutiens, leurs suivis et les passionnantes discussions.*

*Enfin, merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*



## **DÉDICACE**

*C'est avec respect et gratitude que je tiens le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

*A l'être le plus cher à mon cœur, à celle qui m'a donné la vie, m'a guidée pour faire mes premiers pas et m'a appris mon premier mot, à celle qui fut toujours à mes côtés, qui a illuminé mes nuits sombres et a ensoleillé mes jours et mon chemin avec son inépuisable affection, à ma très chère et meilleur **mère** du monde qui s'est tant sacrifiée pour ma bonheur, ma réussite et ma éducation sans rien attendre de moi. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma reconnaissance et ma profonde affection. Je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous avez fait et vous faites pour moi jusqu'à présent.*

*A celui qui a toujours été ma force dans cette vie, celui qui m'a donné un courage incroyable, des encouragements exceptionnels, une confiance et un soutien matériel et moral pour continuer chaque fois que j'ai l'impression de me retenir, et qui a toujours été à mes côtés pour m'aider et me protéger avant tout, à mon très cher et Meilleur **père** du monde, qui m'a comblé de son amour infini. Aucune dévotion ne peut exprimer mon appréciation, ma grande gratitude et le plus grand respect et mon profond amour pour toi.*

*Maman, Papa, je vous aime beaucoup. Que Dieu vous protège et vous chérisse et vous donne santé, bonheur et longue vie.*

*A mon très cher frère « **Omar** » et sa chère femme « **Fatima** » et leur joli et petite fille « **Fella** » et à la prunelle de mes yeux ma sœur « **Amina** » pour leurs aides, soutiens et encouragement.*

*À mon très cher binôme **Rima** et sa famille. À mon encadrant Mme **ZAOUADI Nesrine**.*

*À tous mes chères et proches amies, en particulier **Sanaa, Sabrina, Safaa et Amina**. Et tous ceux qui me sont consacrés temps, patience et conseils je vous souhaite une longue vie pleine de bonheur de santé.*

**Houria**

## **DÉDICACE**

*Je dédie ce modeste travail,*

*À ma très chère mère **Khadija**, source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice, tes prières m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie, quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance.*

*Je n'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur.*

*« Je t'aime maman »*

*À mon très cher père **Mohammed**, de tous les pères tu es le meilleur, tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi pour tes qualités humaines, ton soutien. Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu te préserver et te procurer santé et bonheur.*

*À mon très cher frère **Abdelghani**, pour son soutien moral et ses sacrifices, que Dieu nous garde toujours unis.*

*À mon grand-père et ma grand-mère.*

*À mon très cher oncle **Riadh**.*

*À ma très chère binôme **Houria** et sa famille. À mon encadrant Mme **ZAOUADI Nesrine**.*

*À tous mes chères et proches amies, en particulier **Wahiba, Sanaa, Sabrina et Safaa**, je vous souhaite une vie pleine de bonheur de santé et de prospérité.*

**Rima**

## **RÉSUMÉ**

Les figues sont considérées comme un fruit délicieux et nutritif, et la préparation actuelle vient de leurs propriétés (nutritionnelles et médicinales). Le but de notre recherche était de valoriser la figue à travers l'élaboration d'un fromage frais ayant de meilleures propriétés nutritionnelles que le fromage blanc (produit de référence). Le travail consiste dans un premier temps à effectuer un traitement de figues sèches, et la préparation de la pâte de figues. Puis se fait l'incorporation de cette dernière à raison de 5 %, 10%, 15 %, 20 %, 25 % et 30 %. A cette fin, une caractérisation physico-chimique, microbiologique et sensorielle a montré que les fromages formulés ont été appréciés par le jury de dégustation.

**Mots clés :** Figs sèches, Lait, Fromage frais, Fabrication, Qualité, Produit fini.

## الملخص

يعتبر التين من الفاكهة اللذيذة و المغذية، والتحضير الحالي يأتي من خصائصها ( الغذائية والطبية). كان الهدف من بحثنا هو تعزيز التين من خلال تطوير جبن طازج بخصائص غذائية أفضل من الجبن القريش (منتج مرجعي). يتمثل العمل في البداية في إجراء معالجة للتين المجفف وتحضير عجينة التين. ثم يتم دمج الأخيرة بنسبة 5% ، 10% ، 15% ، 20% ، 25% و 30%. تحقيقا لهذه الغاية ، أظهرت الخصائص الفيزيائية والكيميائية و الميكروبيولوجية والحسية أن الجبن المصنوع قد تم تقديره من قبل لوحة التذوق.

**الكلمات المفتاحية :** التين المجفف ، الحليب ، الجبن الطازج ، التصنيع ، الجودة ، المنتج النهائي

## **ABSTRACT**

Figs are considered a delicious and nutritious fruit, and the current preparation comes from their (nutritional and medicinal) properties. The aim of our research was to enhance figs by developing fresh cheese with better nutritional properties than cottage cheese (a reference product). The work initially consists of processing dried figs and preparing fig paste. Then the latter are combined with 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%. To this end, the physical, chemical, microbiological and organoleptic properties showed that the tasting panel appreciated the processed cheese.

**Key words:** dried figs, milk, fresh cheese, manufacturing, quality, final product.

## Liste des abréviations

**%** : Pour Cent.

**° C** : Degré Celsius.

**Av. J.C** : Avant Jésus Christ.

**Kcal** : Kilocalorie.

**mg** : milligramme.

**D°** : Degré Dornic.

**FAO** : L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**ISO** : Organisation International de Normalisation.

**J.O.R.A** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**MG** : Matière grasse.

**g/l** : gramme/litre.

**ml** : millilitre.

**g** : gramme.

**UFC/ml** : Unité Formant Colonie par millilitre.

**T** : Température.

**EST** : Extrait Sec Total.

**A** : Acidité.

**V** : Volume.

**MS** : Matière sèche.

**MST** : Matière Sèche Totale.

**C.F** : Coliformes fécaux.

**C.T** : Coliformes totaux.

**G.T** : Germes totaux.

**NA** : Norme Algérienne.

**NF** : Norme Française.

**SM** : Solution mère.

**TP** : Taux protéique.

**TB** : Taux butyreux.

**PCA** : Plate Count Agar.

**VRBL** : Gélose Lactosée Billée au Cristal Violet et au Rouge neutre.

**SFB** : Bouillon Sélénite Cystine.

**TSE** : Eau peptonée tamponnée.

**UV** : Ultraviolet.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**Gram +** : Gram positif.

**Gram -** : Gram négatif.

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
<b>Tableau 01</b>	Composition et valeur nutritionnelle de 100g de la figue	05
<b>Tableau 02</b>	Production de figues dans le monde et dans quelque pays (tonnes/an)	09
<b>Tableau 03</b>	Culture et production des figues dans quelques Wilaya de l'Algérie	10
<b>Tableau 04</b>	Les propriétés physico-chimiques du lait cru	13
<b>Tableau 05</b>	Composition générale du lait de vache	14
<b>Tableau 06</b>	Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides du lait	15
<b>Tableau 07</b>	Composition moyenne et distribution des protéines du lait de vache	16
<b>Tableau 08</b>	Composition minérale du lait de vache	18
<b>Tableau 09</b>	Caractéristiques des principaux enzymes du lait	19
<b>Tableau 10</b>	Composition vitaminique moyenne du lait cru	20
<b>Tableau 11</b>	Caractéristiques organoleptiques de lait	20
<b>Tableau 12</b>	Flore Originelle du lait cru	22
<b>Tableau 13</b>	Contaminants et sources de contamination bactérienne du lait	23
<b>Tableau 14</b>	Composition moyenne de « petite suisse » pour 100g de produit frais	26
<b>Tableau 15</b>	Caractéristiques et aptitudes des bactéries lactiques	30
<b>Tableau 16</b>	Analyses physicochimiques du lait cru	53
<b>Tableau 17</b>	Analyses physico-chimiques de la crème fraiche	54
<b>Tableau 18</b>	Analyses microbiologiques du lait cru	55
<b>Tableau 19</b>	Résultat de des analyses microbiologiques de la crème fraiche	57
<b>Tableau 20</b>	Analyses microbiologiques de la pâte figue	57
<b>Tableau 21</b>	Caractéristiques microbiologiques des fromages formulés et produit de référence au 21 <sup>eme</sup> jour de conservation	60
<b>Tableau 22</b>	Composition de la gélose PCA	83
<b>Tableau 23</b>	Composition de la gélose VRBL	84
<b>Tableau 24</b>	Composition du Bouillon SFB S/C	84
<b>Tableau 25</b>	Composition de la gélose Hektoen	84
<b>Tableau 26</b>	Grille méthodologique de dégustation du fromage frais enrichi aux figues	85

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Caractéristiques morphologiques de la figue	04
<b>Figure 02</b>	Micelle de caséine et sous-micelle de caséine	17
<b>Figure 03</b>	Présure	32
<b>Figure 04</b>	ferments lactiques	32
<b>Figure 05</b>	la figue sèche	33
<b>Figure 06</b>	Figues sèches avant et après nettoyage	44
<b>Figure 07</b>	Figues sèches au moment de la cuisson à la vapeur	44
<b>Figure 08</b>	figues sèches avant et après broyage	45
<b>Figure 09</b>	La crème fraîche avant pasteurisation	45
<b>Figure 10</b>	Caillé durant le décaillage	47
<b>Figure 11</b>	Pâte maigre	47
<b>Figure 12</b>	Fromage frais fini	48
<b>Figure 13</b>	Étapes de fabrication d fromage frais aux figues dans la laiterie d'ARIB	49
<b>Figure 14</b>	Evolution du pH du produit fini au cours de la conservation	59
<b>Figure 15</b>	Teneur en extrait sec total au 1 <sup>er</sup> et 21 <sup>eme</sup> jour de conservation	59
<b>Figure 16</b>	Fromages frais enrichi en figues	62
<b>Figure 17</b>	Aspect visuel des fromages formulés	63
<b>Figure 18</b>	Odeur des fromages formulés	64
<b>Figure 19</b>	Texture testée à la cuillère	65
<b>Figure 20</b>	Flaveur des fromages formulés	65
<b>Figure 21</b>	Intensité aromatique des fromages formulés	66
<b>Figure 22</b>	Persistance des arômes en bouche des fromages formulés	67
<b>Figure 23</b>	Notation des fromages formulés	68
<b>Figure 24</b>	Le nettoyage de la payasse de travail et les matériels utiliser	76
<b>Figure 25</b>	Préparation de la concentration 5%	76
<b>Figure 26</b>	Préparation de la concentration 10%	77
<b>Figure 27</b>	Préparation de la concentration 15%	77
<b>Figure 28</b>	Préparation de la concentration 20%	78
<b>Figure 29</b>	Préparation de la concentration 25%	78
<b>Figure 30</b>	Préparation de la concentration 30%	79
<b>Figure 31</b>	Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques et	81

	microbiologiques	
<b>Figure 32</b>	Solutions et réactifs utilisés dans les analyses physico-chimiques et microbiologiques	82
<b>Figure 33</b>	Les milieux de culture utilisés dans les analyses microbiologiques	83

## **Table des matières**

**Remercîment**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Tables des tableaux**

**Tables des figures**

**Tables des matières**

**Introduction** 1

### **Partie bibliographique**

#### **Chapitre 01 : Généralité sur les figues**

I. Définition	2
II. Historique	2
III. Description botanique et systématique	3
IV. Composition chimique et valeur énergétique	4
IV.1. Glucides et fibres	6
IV.2. Protéines et lipides	6
IV.3. Éléments minéraux	6
IV.4. Acides organiques	7
IV.5. Vitamines	7
IV.6. Composés phénoliques	7
IV.7. Caroténoïdes	8
V. Effets thérapeutiques	8
VI. Production des figues	9
VI.1. Production mondiale	9
VI.2. Production en Algérie	10
VII. Conservation et Valorisation de la figue	11
VII.1. Figues fraîches	12
VII.2. Figues séchées	12
VII.3. Mélange figue sèche-huile d'olive	12

## **Chapitre 02 : Lait cru**

I. Définition du lait de vache	13
II. Propriétés physico-chimique du lait de vache	13
III. Composition et propriété nutritionnelle du lait de vache	14
III.1. Eau	14
III.2. Matière grasse	14
III.3. Protéines	15
III.3.1. Les Caséines	16
III.3.2. Protéines du lactosérum	17
III.4. Glucides	18
III.5. Eléments minéraux	18
III.6. Enzymes	18
III.7. Vitamines	19
IV. Caractéristiques organoleptiques du lait	20
IV.1. Couleur	21
IV.2. L'odeur	21
IV.3. Saveur	21
IV.4. La viscosité	21
V. La qualité du lait	21
VI. Microbiologie du lait cru	22
VI.1. Flore originelle	22
VI.2. Flore de contamination	23
VI.5. Flore lactiques	24

## **Chapitre 03 Généralité sur le fromage**

I. Définition	25
II. Caractéristique du fromage frais	25
III. Différents types de fromage frais	25
III.1. Fromage blanc	25
III.2. Fromage « demi-sel »	25
III.3. Fromage fondu à tartiner	26
III.4. Petit suisse	26
IV. Composition du fromage frais	26
IV.1. Eau	27

IV.2. Protéine	27
IV.3. Matière grasse	27
IV.4. Glucide	27
IV.5. Vitamine	27
V. Fabrication fromagère	28
V.1. Coagulation ou caillage	28
V.1.1. Coagulation par voie acide	28
V.1.2. Coagulation par voie enzymatique	28
V.2. Egouttage	29
VI. Ferments lactiques	29
VII. microbiologie du fromage	30

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre 04 : Matériel et méthode**

I. Cadre de l'étude	31
I.1. Présentation de lieu de stage	31
II. Matériel	31
II.1. Lait cru de vache	31
II.2. Poudre de lait	32
II.3. Crème fraîche	32
II.4. Présure	32
II.5. Ferments lactiques	32
II.6. Matériel végétal	33
III. Caractéristiques physico-chimiques des matières premières	33
III.1. Détermination du pH (lait cru)	33
III.1.1. Principe	33
III.1.2. Mode opératoire	33
III.2. Détermination de l'acidité titrable (lait cru et crème fraîche)	33
III.2.1. Principe	34
III.2.2. Mode opératoire	34
III.2.3. Expression des résultats	34
III.3. Détermination de l'extrait sec total	34
III.3.1. Cas de produit solide « La figue »	34
III.3.1.1. Principe	34

III.3.1.2. Mode opératoire	34
III.3.2. Cas du « lait cru »	35
III.3.2.1. Principe	35
III.3.2.2. Mode opératoire	35
III.4. Détermination de la matière grasse	36
III.4.1. Principe	36
III.4.2. Cas du lait cru par la méthode « acido-butyrométrique de GERBER »	36
III.4.2.1. Mode opératoire	36
III.4.3. Cas de la crème fraîche	37
III.4.3.1. Mode opératoire	37
III.4.4. Lecture	37
III.4.5. Expression des résultats	38
III.5. Détermination de la densité	38
III.5.1. Principe	38
III.5.2. Mode opératoire	38
III.5.3. Expression des résultats	39
IV. Caractéristiques microbiologiques des matières premières	39
IV.1. Préparation des dilutions décimales	39
IV.2. Détermination de la Flore Mésophile Aérobie Totale	39
IV.2.1. Mode opératoire	40
IV.2.2. Incubation	40
IV.2.3. Lecture	40
IV.2.4. Dénombrement	40
IV.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	41
IV.3.1. Principe	41
IV.3.2. Mode opératoire	41
IV.3.3. Incubation	42
IV.3.4. Lecture	42
IV.4. Recherche de <i>Salmonella</i>	42
IV.4.1. Principe	42
IV.4.2. Mode opératoire	42
IV.4.2.1. Pré-enrichissement	42
IV.4.2.2. Enrichissement	42
IV.4.3. Lecture	43

IV.4.4. Isolement	43
IV.4.5. Lecture	43
IV.4.6. Confirmation (Identification morphologique et biochimique)	43
V. Étapes de fabrication du fromage frais	43
V.1. Préparation de la pâte de figue	43
V.1.1. Nettoyage	43
V.1.2. Traitement thermique à la vapeur	44
V.1.3. Broyage	44
V.2. Préparation de la crème fraîche	45
V.2.1. Écrémage de lait	45
V.2.2. Pasteurisation de la crème	45
V.2.3. Refroidissement	46
V.3. Préparation de la pâte écrémée	46
V.3.1. Standardisation du lait maigre	46
V.3.2. Pasteurisation	46
V.3.3. Ensemencement (caillage)	46
V.3.4. Décaillage	47
V.3.5. Thermisation	47
V.3.6. Séparation ou égouttage	47
V.3.7. Refroidissement	48
V.4. Incorporation de la crème fraîche	48
V.5. Incorporation de la pâte de figue	48
V.6. Conditionnement	48
VI. Caractéristiques physico-chimiques des produits finis	50
VI.1. Détermination de la matière grasse par la Méthode « butyrométrique de VAN GULIK »	50
VI.1.1. Principe	50
VI.1.2. Mode opératoire	50
VII. Caractéristiques microbiologiques des produits finis	51
VIII. Analyses sensorielles	52

## **Chapitre 04 : Résultats et discussions**

I. Caractéristique physico-chimique des matières premières	53
I.1. Lait cru	53
I.1.1. pH et acidité titrable	53

I.1.2. Teneur en extrait sec total (EST)	54
I.1.3. Teneur en matière grasse	54
I.1.4. Densité	54
I.2. Crème fraîche	54
I.2.1. Acidité	55
I.2.2. La teneur en matière grasse	55
I.3. Pâte de figue	55
II. Caractéristiques microbiologiques des matières premières	55
III.1. Lait cru	55
III.2. Crème fraîche	56
III.3. Pâte figue	57
II. Caractéristique physico-chimiques du produit fini	58
III.1. Évolution du Ph	58
III.2. Teneur en extrait sec total	59
IV. Caractéristique microbiologique des produits finis	60
V. Analyses sensorielles	61
V.1. Aspect visuel	62
V.2. Odeur	63
V.3. Texture	64
V.4. Flaveur	65
V.5. Arôme	66
V.6. Persistance des arômes en bouche	67
V.7. Notation du produit fini	67
<b>Conclusion</b>	69
<b>Références bibliographiques</b>	70
<b>Annexes</b>	76

### INTRODUCTION GENERALE

La culture du figuier (*Ficus carica L.*) est ancestrale dans notre pays en raison de son importance socio-économique et de son excellente adaptation aux conditions éco-géographiques. La disponibilité à long terme de ce fruit sur le marché et les diverses possibilités de transformation et de valorisation sont également des atouts importants pour le secteur de la figue (**Benettayeb, 2018**).

Le figuier d'Algérie est planté dans presque toutes les régions côtières, steppiques et sahariennes et occupe une grande surface en raison de son adaptabilité au sol, de sa valeur alimentaire et thérapeutique et de sa place dans la pratique culinaire des algériens (**Mahmoudi, 2018**).

Les figues sont largement consommées par l'homme de forme fraîche ou sèche (**Mahmoudi, 2018**) car elles offrent un éventail de substances qui renforcent la santé humaine et à valeur nutritionnelle élevée selon sa composition riche en micronutriments divers. Elle représente une grande richesse en glucides, faible apport en lipides. C'est un fruit très riche en minéraux qui rétablit efficacement l'équilibre alimentaire et joue un rôle laxatif dû à sa teneur en fibres (**Alileche, 2021**).

Les figues offrent aujourd'hui une grande opportunité de valorisation (**Jeddi, 2009**), elles sont quotidiennement présentes dans les préparations culinaires et l'industrie de transformation. Leurs propriétés diététiques et thérapeutiques sont bien connues dans la pharmacopée et suscitent un regain d'intérêt des professionnels du secteur agro-industriel et de la santé (**Benettayeb, 2018**).

Les produits laitiers s'imposent en force dans notre alimentation. Une grande variété de produits laitiers fermentés est préparée traditionnellement en Algérie dont le but est la bio-préservation du lait. Chaque fromage a des caractéristiques organoleptiques spécifiques (**Benkerroum et al, 2004**).

C'est dans ce contexte que vient le présent travail, qui porte sur la valorisation de la figue à travers l'élaboration d'un fromage frais et l'amélioration des propriétés nutritionnelles de ce dernier. Ce mémoire comporte une partie bibliographique regroupant trois chapitres (Généralités sur les figues, Lait cru et Fromage frais), et une partie expérimentale qui se compose de deux chapitres à savoir matériel et méthodes et résultats et discussions.

## Chapitre I

### Généralités sur les figues

#### I. Définition :

La figue est le fruit du figuier commun nommé *Ficus carica* L., l'un des premiers fruits cultivés de l'histoire humaine (Mat Desa et al, 2019).

La figue est un fruit délicieux et nutritif, qui possède des propriétés thérapeutiques (utilisés pour ses propriétés laxatives, antispasmodiques et pour renforcer les systèmes cardiovasculaires et respiratoires). Elle est riche en sucres, fibres, sels minéraux, composés phénoliques à propriétés anti-oxydantes et molécules volatiles responsables de son agréable arôme caractéristique (Slatnar et al, 2011 ; Kamiloglu et Capanoglu, 2015).

#### II. Historique :

La figue, fruits très ancien, est connue dans le monde entier dont l'histoire commence depuis l'antiquité, elle est reconnue comme fruit sacré et apparaît dans tous les livres saints. Elle est citée dans la « Sourat Attin » du Coran. La plus forte consommation de ce fruit coïncide avec les festivités religieuses, comme Noël, Pâques ou Ramadan. L'histoire de la culture des figues dans la partie mère l'Anatolie remonte à 3 000 – 2 000 ans avant Jésus Christ. Avec le temps, elle s'est répandue dans toute la Méditerranée. Le figuier est probablement originaire de l'Asie occidentale et du bassin de la méditerranée, certains ont lié son origine au sud Arabique où le figuier sauvage et les caprifiguiers existent encore. Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Egyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen au point où l'on pense qu'elle est une plante indigène (Jeddi, 2009).

Depuis l'Antiquité, les figuiers ont pris racine en Afrique du Nord et ont pris place dans la vie quotidienne des habitants grâce aux propriétés nutritives et médicales de ces fruits (El Bouzidi, 2002).

Au II<sup>ème</sup> siècle av. J.C., Caton l'Ancien en comptait cinq espèces à savoir Marisque, l'Africaine, l'Herculanum, la Sagonte et la Tellane noir. Ces variétés n'ont pas cessé de se multiplier dans d'autres espèces par le processus du greffage (El Bouzidi, 2002).

Des restes de fruits datant depuis 7000 ans avant Jésus Christ ont été découverts lors des fouilles de Jéricho (**Flaishman et al, 2008**).

Dans l'état actuel des connaissances, le centre d'origine et de diversité du figuier semble se situer dans le Bassin Méditerranéen oriental. Le Moyen-Orient est également le premier producteur mondial (surtout la Turquie). Le figuier se rencontre depuis très longtemps dans tout le Bassin Méditerranéen, de la Syrie au Maroc et de la Turquie au Portugal. Au fil des siècles, le figuier a été introduit sur tous les continents (Afrique du Sud, Australie, et surtout Amérique du Nord et du Sud par les colons espagnols) (**Roger, 2002**).

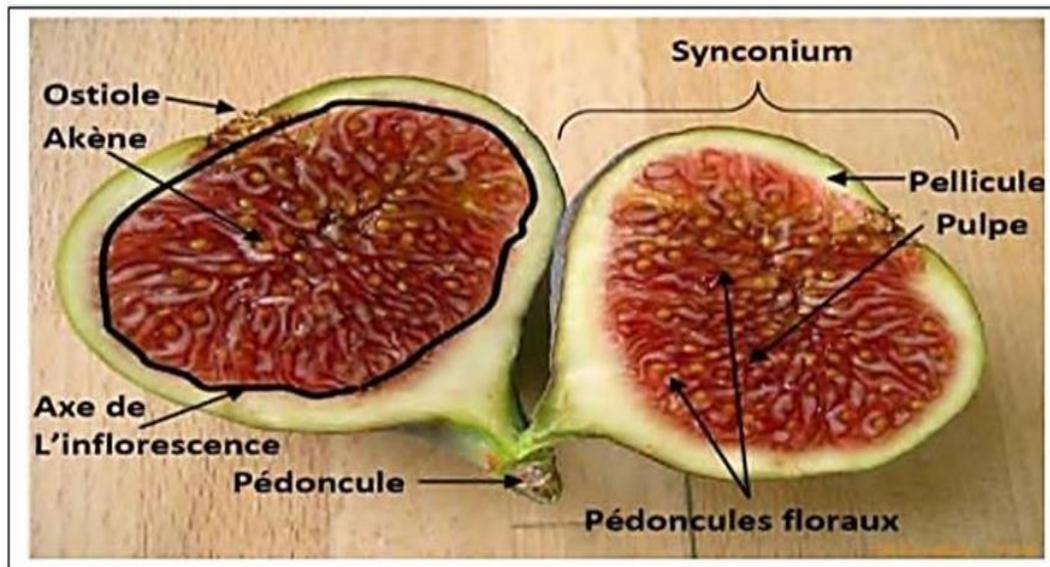
### III. Description botanique et systématique :

Une figue n'est pas un vrai fruit, mais un réceptacle charnu (zygote) qui contient un grand nombre de petites graines appelées akènes (**Hasslein et Oreiller, 2008**).

Il existe 750 espèces connues de figuiers dans toutes les régions chaudes du monde, la plus répandue et la mieux décrite est le figuier commun ou *Ficus carica domestica* L. C'est une plante dicotylédone faisant partie de l'ordre Urtica et appartenant aux familles Moraceae et Moraceae. Ficus (**Gamero, 2002**).

Tous les Ficus ont au moins trois choses en commun (**Roger, 2002**) :

- Leur système reproducteur sexuel (fleurs mâles et femelles) est enfermé dans une gaine appelée « sycone » ou communément appelée figue.
- Ils sont dioïques.
- Ils sont dioïques. Des fleurs mâles et femelles sont présentes sur les arbres mâles et femelles, mais seules certaines fleurs mâles ont du pollen fonctionnel sur les arbres mâles.
- Le mécanisme de fécondation est subordonné à la présence d'insectes spécifiques à chaque espèce du genre *Ficus*. Dans le cas de *F. carica* L., il s'agit de Blastophage (*Blastophaga psennes*, Hymenoptera).



**Figure N°01 :** Caractéristiques morphologiques de la figue (Hasslein et Oreiller, 2008).

Systématiquement, selon LINNE 1753, les figuiers sont classés comme suit (Chawla, 2012) :

Règne	Plantae
Embranchement	Phanérogames
Sous embranchement	Spermatophyta (Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Hamamelidae
Ordre	Urticales
Série	Apétales unisexuées
Famille	Moraceae
Genre	Ficus
Espèce	<i>Ficus carica</i>

#### IV. Composition chimique et valeur énergétique :

Les figues sont importantes sur le plan nutritionnel (tableau 1) car elles sont riches en glucides, en fibres alimentaires, en acides aminés essentiels, en composés phénoliques, en minéraux et en vitamines A, B1, B2 et C. Les figues sont considérées comme une source de nombreux minéraux, dont le potassium et le calcium, ainsi que des vitamines B (Alileche, 2021).

**Tableau N°01:** Composition et valeur nutritionnelle de 100 g de la figue (**Alileche, 2021**).

Valeur nutritionnelle		Fraîche	Sèche	
Calories		80 Kcal	274 Kcal	
Macroéléments	Eau	77,5 – 86,8 g	23,0 g	
	Protéines	1,2 – 1,3 g	4,3 g	
	Matière grasse	0,14 – 0,30 g	1,3 g	
	Glucides	17,1 – 20,3 g	69,1 g	
	Fibres	1,2 – 2,2 g	5,6 g	
Micro-éléments	Oligoéléments	Cendres	0,48 – 0,85 g	2,3 g
		Calcium	35 – 78,2 mg	126 mg
		Phosphore	22- 32,9 mg	77 mg
		Fer	0,6 – 4,09 mg	3,0 mg
		Sodium	2,0 mg	34 mg
		Potassium	194 mg	640 mg
	Vitamines	Provitamine A	20 – 270 IU	80 IU
		Thiamine (vit B <sub>1</sub> )	0,034 -0,06 mg	0,10 mg
		Riboflavine (vit B <sub>2</sub> )	0,053 mg	0,10 mg
		Acide nicotinique (vit B <sub>7</sub> )	0,32 – 0,412mg	0,7 mg
		Acide ascorbique	12,2 – 17,6 mg	0
Acide citrique		0,10 – 0,44 mg	-----	

**IV.1. Glucides et fibres :**

Ce sont les monosaccharides et autres sucres (oligosaccharides) et polysaccharides directement assimilables. En plus de cela, il existe d'autres sucres que les humains ne peuvent pas absorber, comme la cellulose et la pectine. En raison de sa faible teneur en protéines et en matières grasses, la valeur énergétique des figues est due à sa forte teneur en sucre. La valeur calorique de 100 grammes de figues fraîches et de figues séchées est respectivement de 74 et 249 kcal. La teneur totale en sucre des figues fraîches et séchées peut atteindre respectivement 80 % et 90 % de matière sèche. Les sucres disponibles variaient de 45 à 65 g/100 g MS pour les figues fraîches et de 64 à 70 g/100 g MS pour les figues sèches. Une étude sur le fractionnement des glucides de quatre types de figues fraîches a montré que le glucose et le fructose représentaient respectivement 45 à 49 % et 42 à 46 % des glucides totaux, et le saccharose 4 à 12 % (Alileche, 2021).

Les figues contiennent une concentration considérable de fibres. Ils comprennent des glucides complexes (cellulose, pectine, etc.) et de l'inuline (un polymère du fructose) qui composent les parois cellulaires végétales, et de la lignine (Alileche, 2021).

**IV.2. Protéines et lipides :**

Les figues contiennent de petites quantités de protéines ; 0,75 à 1,3 g/100 g et 2,7 à 4,2 g/100 g sont rapportés respectivement dans les figues fraîches et séchées. La composition des figues en acides aminés est très diversifiée, les figues fraîches et séchées contenant respectivement 934 et 2270 mg (Alileche, 2021).

Selon le même auteur, les teneurs en lipides des figues fraîches et séchées étaient respectivement de 0,5 et 1,5 g/100 g. La fraction lipidique a été extraite avec un mélange chloroforme-méthanol. La séparation chromatographique a indiqué la présence de différentes classes de lipides, y compris les glycérides, les stérols et les acides gras.

**IV.3. Éléments minéraux :**

La teneur en minéraux des figues fraîches et séchées était de 0,66 et 1,86 g/100 g, respectivement. Les figues contiennent de grandes quantités de potassium, de calcium, de phosphore et de magnésium (Alileche, 2021).

Plusieurs oligo-éléments, dont le sélénium, le cuivre, le zinc et le manganèse, ont des effets antioxydants grâce à leur implication en tant que cofacteurs dans des enzymes antioxydantes telles que la glutathion peroxydase et la superoxyde dismutase. L'analyse minérale a été effectuée sur des figes fraîches de dix variétés et 8 minéraux, dont le zinc, le manganèse et le cuivre, ont été détectés, avec des concentrations de 0,39-0,69 ; 0,21-0,41 ; et 0,17-0,43 mg/100 g de matière sèche, respectivement (**Alileche, 2021**).

#### IV.4. Acides organiques :

De nombreux acides organiques ont été détectés dans la fige. La présence de l'acide citrique et l'acide malique à 0,14- 0,18 et 0,05-0,08 g/100g dans les figes fraîches et 0,33-0,47 et 0,18-0,31 g/100g dans les figes sèches, respectivement. Les figes fraîches contiennent, en plus des acides cités, l'acide oxalique (17,9 mg/100g), ascorbique (14,2 mg/100g) et succinique (10,2 mg/100g). Ainsi que de petites quantités d'acide phytique (9mg/100g) et des traces d'acide acétique (**Alileche, 2021**).

#### IV.5. Vitamines :

Les figes sont riches en vitamines hydrosolubles B1, B2 et C ainsi qu'en vitamines liposolubles comme la vitamine A. La teneur en vitamine C dans la fige fraîche varie de 2 à 3,5 g/100g, et peut atteindre 17,6 mg/100g. En revanche, dans la fige sèche, la teneur en cette vitamine est très faible, voire nulle (**Alileche, 2021**).

Le même auteur a rapporté de très faible quantité de vitamine E (a tocophérol) dans les figes fraîches (0,11 mg/100g) et des niveaux plus élevés dans les figes sèches:  $\gamma$  (0,37 mg/100g),  $\alpha$  (0,35 mg/100g),  $\beta$  et  $\delta$  (0,01 mg/100g). La teneur en vitamine E des figes fraîches est de 0,75 mg/100g tandis que la teneur en vitamine E dans les figes sèches atteint 2,25 mg/100g dans la fige sèche. L'apport journalier recommandé est de 15 mg, 100grammes de figes sèches couvrant 15 % des besoins.

#### IV.6. Composés phénoliques :

Les figes, surtout fraîches, sont une bonne source de composés phénoliques et de flavonoïdes. Des mesures de la teneur en composés phénoliques de figes fraîches de six variétés de différentes couleurs (noire, rouge, jaune et verte) ont montré que la variété "**mission**" noire présentait les plus fortes concentrations en ces antioxydants (**Alileche, 2021**).

L'analyse de trois cultivars de figes fraîches a montré la présence d'épicatéchine (0,34-0,97 mg/100g), de catéchine (1,07-4,03 mg/100g) et de quercétine 3-rutinoside ou rutine avec 4,89-28,7 mg/100g. **Alileche, (2021)** a rapporté dans son investigation quatre flavonols (kaempférol rutinoside, quercétine acétylglucoside quercétine rutinoside et quercétine glucoside), deux flavones (lutéoline 6C-hexose-8C-pentose et apigénine rutinoside), et deux anthocyanines (cyanidine 3-glucoside et cyanidine 3-rutinoside).

**Alileche, (2021)** a identifié trois acides phénoliques dans trois cultivars de figiers comme étant l'acide chlorogénique le plus abondant (0,46-1,71 mg/100g), suivi de l'acide gallique (0,03-0,38 mg/100g) et acides parentéraux (0,02-0,10 mg/100g). Sept acides phénoliques, quatre dérivés de l'acide hydroxy-benzoïque (acides gallique, protocatéchuique, syringique et vanillique) et trois dérivés de l'acide cinnamique (acides chlorogénique, férulique et p-coumarique) ont été détectés dans la fige.

#### IV.7. Caroténoïdes :

Les teneurs en caroténoïdes de la fige varient entre 1,59 et 4,32 mg/100g ; les principaux composés sont la lutéine (0,67 mg/100g), le  $\gamma$ -carotène (0,17 à 1,4 mg/100g) la violaxanthine (0,24 à 0,33 mg/100g), la neoxanthine (0,14 à 0,41 mg/100g), la rubixanthine (0,16 à 0,24 mg/100g) et la cryptoxanthine (0,09 à 0,39 mg/100g). Cinq caroténoïdes ont été identifiés dans la fige : lycopène (0,32 mg/100g), lutéine (0,08 mg/100g),  $\beta$ -carotène (0,04 mg/100g), l'acarotène (0,02 mg/100g) et une trace de cryptoxanthine. **Alileche, (2021)** a rapporté que la teneur moyenne en caroténoïdes des figes fraîches était de 0,47 mg/100g ; après séchage, cette teneur n'était que de 0,04 mg/100g.

#### V. Effets thérapeutiques :

Les figes fraîches ont une capacité anti-oxydante plus élevée que les figes sèches. Elles contiennent divers antioxydants, dans des composés phénoliques et de petites quantités de caroténoïdes. Cependant, les figes noires contiennent des teneurs plus élevées de polyphénols, d'anthocyanines et de flavonoïdes ainsi qu'une activité anti-oxydante que les figes à peau claire (**Benettayeb, 2018**).

En raison des nombreux composés bioactifs présents dans ses différents organes, le figier peut être utilisé pour contrôler de la tension artérielle, contre la fièvre, l'épilepsie, la constipation et les hémorroïdes (**Benettayeb, 2018**).

Le latex est une substance naturelle caustique qui peut détruire les verrues et les calcs, traiter les piqûres d'insectes et le cancer. Il contient de la présure, nécessaire à la préparation du fromage et du caillé. L'extrait glycérolé de bourgeons soulage efficacement les problèmes de stress et d'insomnie (gemmothérapie) et procure du bien-être et de bonne humeur. Les feuilles et les pousses contiennent des furanocoumarines (psoralène, bergaptène) qui sont utilisées dans le traitement du vitiligo en raison de leur effet photo-sensibilisant. Les feuilles ont également une activité antifongique et antibactérienne contre plusieurs types de micro-organismes. Enfin, les racines de l'arbre sont utilisées pour traiter les maladies fongiques, leucoderme et l'inflammation (Benettayeb, 2018).

## VI. Production des figues :

### VI.1. Production mondiale :

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a estimé en 2016 que la superficie totale de culture mondiale de figues était de 308 460 hectares, la Turquie, l'Égypte, l'Algérie, le Maroc, l'Iran, la Syrie et l'Espagne produisant environ 1 million de tonnes de fruits par an, ce qui représente pour 76 % de la production mondiale totale de figues, tandis que la Turquie produit à elle seule environ 29,08 % de la production totale (Mahmoudi, 2018).

**Tableau N°02:** Production de figues dans le monde et dans quelques pays (tonnes/an)  
(Mahmoudi, 2018).

Année Pays	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Monde	1.093.391	1.175.893	1.100.574	1.082.413	1.093.189	1.124.290	1.137.730	1.159.215	1.050.459
Turquie	205.067	244.351	254.838	260.508	274.535	298.914	300.282	300.600	305.450
Égypte	304.110	286.682	184.972	165.483	171.062	176.595	176.105	172.474	167.622
Algérie	78.735	78.735	78.735	120.187	110.058	117.100	128.620	139.137	131.798
Maroc	69.723	109.200	109.735	114.770	102.694	112.537	126.554	150.111	59.881
Tunisie	25.000	28.000	26.000	26.000	25.000	23.500	27.000	30.000	22.500

Grâce à la Californie, les États-Unis font désormais partie de ce groupe, qui est aujourd'hui un grand producteur de figues, qui sont très largement exportées, avec 40 000 hectares et 4,3 millions d'arbres, produisant jusqu'à 80 % du rendement (**Mahmoudi, 2018**). La Turquie, l'Égypte et l'Algérie sont les principaux producteurs de figuier du monde entier (305.450, 167.622, 131.798 tonnes/an en 2016).

### VI.2. Production en Algérie :

Plus de 42 248 hectares de figuiers sont plantés, avec une production de figues fraîches estimée à 131 798 tonnes, soit environ 3,12 tonnes par hectare. L'Algérie a la troisième production de figues la plus élevée au monde, représentant environ 12,54% de la production mondiale de figues (**Mahmoudi, 2018**).

**Tableau N°03 : Culture et production des figues dans quelques Wilayas d'Algérie (Mahmoudi, 2018).**

Wilaya	Superficie (ha)	Nombre d'arbre	Productions Totales (qx)	Rendement kg/arbre	Production de figues sèches (qx)
Bejaia	13 352	1 256 260	138 650	11,2	25 830
Biskra	20	293 000	39 020	17,0	0
Bechar	45	17 630	840	7,4	0
Blida	845	103 820	28 200	50,2	400
Bouira	1 928	247 880	17 530	9,8	790
Tamanrasset	64	6 430	445	7,9	0
Tizi-Ouzou	6 387	783 280	73 980	9,9	12 580
Alger	32	5 100	1 176	37,3	0
Djelfa	144	36 005	1 040	9,9	0
Sétif	4922	574 460	47 310	9,2	2 105
Médéa	1 379	141 800	35 500	26,9	0
Mostaganem	1 085	229 800	22 000	14,8	0
M'sila	868	90 750	19 600	25,0	0
Mascara	580	76 920	8 750	16,0	80
Oran	680	61 155	2 400	25,9	0
El-Bayadh	750	172 500	5 000	5,5	0
Boumerdès	1 155	132 800	21 000	16,1	2 750

Les vergers de figuiers algériens avec près de 5 millions d'arbres restent l'une des principales variétés fruitières du pays, représentant environ 10% du patrimoine arboricole. Les figues se classent au troisième rang derrière les olives (33 %) et les palmiers (20 %) et devant les agrumes (9,1 %) (**Mahmoudi, 2018**).

En Algérie, la culture du figuier est concentrée dans les provinces de Bejaïa (27%), Tizi-Ouzou (13%) et Sétif (7%), qui concentrent la main-d'œuvre totale. La zone de culture de la figue dans la province de Bejaïa est de 13 352 hectares, le nombre de figuiers est de 1 256 260 et la production totale est de 138 650 quintaux/an (tableau 3) (**Mahmoudi, 2018**), se classant au premier rang dans le pays.

### VII. Conservation et valorisation de la figue :

Dans les pays méditerranéens, les figues apparaissent chaque jour dans les industries culinaires et de transformation. Leurs propriétés diététiques et thérapeutiques sont bien connues dans les pharmacopées et suscitent un nouvel intérêt chez les professionnels des secteurs de l'agro-industrie et de la santé. L'industrie agroalimentaire cherche en effet, à améliorer et à diversifier davantage les formulations à base de figues transformées pour répondre aux demandes du marché. Quant aux laboratoires de pharmacologie, ils sont toujours à la recherche de phytochimiques à base de figuier pour développer des produits phytothérapeutiques et cosmétiques innovants et compétitifs. Transformer les figues par séchage et mise en conserve est une pratique ancestrale. En général, la plupart des variétés de figues conviennent au séchage au soleil, mais celles qui sont plus douces, à peau fine et blanches sont les meilleures (**Benettayeb, 2018**).

Les figues sèches sont sans cholestérol et riches en acides aminés, en sucres et en minéraux (surtout en calcium). Cependant, la composition des figues sèches peut être affectée par des facteurs environnementaux (propriétés du sol, conditions climatiques) et les méthodes de culture. Les figues sèches sont bonnes pour l'équilibre alimentaire et la perte de poids. Sur demande, ils sont livrés en vrac, en couronnes ou en colis. Elles sont vendues sous forme de sirop de figues, de jus de figues, de confiture, d'endive, de confiture, de confiture de figues, de vinaigre et de salade de figues. On les trouve également en boulangerie (pain aux figues), en confiserie (figues glacées) et en biscuiterie (confiture de figues enrobées de chocolat, tartes aux figues (**Benettayeb, 2018**)).

**VII.1. Figues fraîches :** Sensibles aux odeurs et très absorbantes, les figues doivent être conditionnées pour sa bonne conservation. Les fruits se conservent 24 heures à 25°C et environ une semaine au réfrigérateur à 4 à 5° C. Les variétés à peau noire et violette sont consommées fraîches, tandis que les variétés à peau verte sont pour la plupart séchées. Les figues entières se conservent quelques mois au congélateur (**Jeddi, 2009**).

**VII.2. Figues séchées :** Mieux conservées dans un récipient hermétique, dans un endroit frais, sec et à l'abri de la lumière (**Jeddi, 2009**).

**VII.3. Mélange figue sèche-huile d'olive :**

L'olive (*Olea europaea L.*) et la figue (*Ficus carica L.*) sont des plantes médicinales souvent étudiées et documentées pour leurs effets bénéfiques anti-inflammatoires, immunomodulateurs, antimicrobiens, anticancéreux, chimio-préventifs, analgésiques, et antioxydants. Leurs propriétés biologiques sont principalement attribuées à l'acide oléique et aux composants phénoliques (**Eidiet al, 2012 ; Gilania et al, 2008**).

De plus, le lupeol un triterpène bioactif alimentaire trouvé dans les olives et les figues, a montré une activité anti-inflammatoire, antiproliférative, antimutagène et antipaludéenne (**Chaturvedin et al, 2008**). En outre, sur la base d'études ethno- pharmacologiques et de l'utilisation traditionnelle des populations, les olives et les figues ont été utilisées pour les troubles inflammatoires tels que les gonflements inflammatoires et les gonflements durs (**Saleem, 2009**).

## Chapitre II

### Lait cru

#### I. Définition :

Le lait est un aliment nutritif pour les êtres humains et une nécessité pour les nouveau-nés. Il est conçu pour lui apporter les éléments énergétiques, structuraux et immunologiques dont il a besoin tôt dans la vie (**Ouadghiri, 2009**).

Le lait est une émulsion, et se trouve dans un équilibre instable; et les globules de graisse du lait que l'on laisse reposer après la traite ont tendance à s'agglutiner à la surface en raison de leur plus faible densité, formant ainsi de la crème. Il est riche en de nombreux éléments hydrosolubles: protéines, lactose, sels minéraux. La composition du lait varie en fonction de nombreux facteurs tels que : la race, le stade de lactation, l'environnement et les conditions d'alimentation (**Cauty et Perreau, 2003**).

#### II. Propriétés physico-chimiques du lait de vache :

Le lait est un liquide blanc mat légèrement visqueux, dont la composition et les propriétés physico-chimiques (Tableau 04) varient selon les espèces animales, et même les races. Ces caractéristiques varient également pendant lactation, la traite ou l'allaitement. Elles dépendent également de la nature de l'alimentation animale (**Ouadghiri, 2009**).

**Tableau N° 04 :** Les propriétés physico-chimiques du lait cru (**JORA, 1993**).

Paramètre	JORA
Température	10°C
densité	1028 – 1034
Taux de mouillage	Absence
Acidité	14 à 18°D
Taux d'ébullition	Stable
Taux de matière grasse	30 – 38 g/l
pH	6.6 – 6.8
Analyse sensorielle	Sans défaut
Antibiotiques	Absence

### III. Composition et propriété nutritionnelle du lait de vache:

Le lait contient des nutriments essentiels et des sources de haute qualité d'énergie alimentaire, de protéines et de matières grasses. Le lait peut contribuer de manière significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, vitamine B12 et acide pantothénique. Dans les populations à très faible consommation de matières grasses et un accès limité à d'autres aliments d'origine animale, le lait animal peut jouer un rôle important dans la nutrition des enfants (FAO, 2013).

La composition générale des composants laitiers et valeurs moyennes et limites des composants du lait de vache sont indiqués dans le tableau 05.

**Tableau N° 05 :** composition générale du lait de vache (Lapointe-Vignola, 2002).

Constituants majeurs	Variation limite (%)
Eau	85.5 - 89.5
Matière grasse	2.4-5.5
Protéines	2.9-5.0
Glucides	3.6-5.5
Minéraux	0.7-0.9

#### III.1. Eau :

Proportionnellement, l'eau est l'ingrédient le plus important du lait. L'existence d'un dipôle et des doublets d'électrons libres lui confère son caractère polaire. Ce rôle peut former de véritables solutions avec des substances polaires telles que les glucides, minéraux et solutions colloïdales avec des protéines sériques hydrophiles (Amiot et al, 2002).

#### III.2. Matière grasse :

La matière grasse se présente sous la forme de petits globules sphériques d'environ 0.1 à 20 µm de dimension. Elle est principalement composée de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et de fraction insaponifiable (1%) (Lapointe-Vignola, 2002).

Les acides gras présents (Tableau 06) sont généralement constitués de longues chaînes insaturées. Les stérols, les caroténoïdes, la lutéine et les vitamines liposolubles A,D, E et K sont principalement présents dans la fraction insaponifiable (**Lapointe- Vignola, 2002**).

**Tableau N°06 :** Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides de lait (**Lapointe-Vignola, 2002**).

Acides gras	Symboles	Pourcentage du contenu en Ag(%)	Point de fusion (°C)
<b>Acide gras saturés</b>			
butyrique	C4 :0	3.0-4.5	-7.9
caproïque	C6 :0	1.3-2.2	-1.5
caprylique	C8 :0	0.8-2.5	+16.5
caprique	C10 :0	1.8-3.8	+31.4
laurique	C12 :0	2.0-5.0	+34.6
myristique	C14 :0	7.0-11.0	+53.8
palmitique	C16 :0	25.0-29.0	+62.6
stéarique	C18 :0	7.0-13.0	+69.3
<b>Acide gras insaturés</b>			
Oléique	C18 :1	30.0-40.0	+14.0
Linoléique	C18 :2	2.0-3.0	-5.0
Linoléinique	C18 :3	Jusqu'à 1.0	-11.0
arachidonique	C20 :4	Jusqu'à 1.0	-49.5

### III.3. Protéines :

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes, et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Lapointe-Vignola, 2002**).

Le lait contient deux protéines (**Mathieu, 1998**) :

- Caséine, qui caille lorsqu'on y ajoute de l'acide ou de la présure.
- Les protéines restant solubilisées dans l'eau de caillé dans ces conditions et le sérum ou « lactosérum » qui s'en échappe sont considérés comme solubles ou sériques.

Les protéines du lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale est d'environ 35 g/l. Les protéines représentent environ 95% des substances azotées (**FAO., 1995**). La composition moyenne de lait de vache est représentée dans le tableau N° 07.

**Tableau N° 07 :** Composition moyenne et distribution des protéines du lait de vache (FAO., 1995).

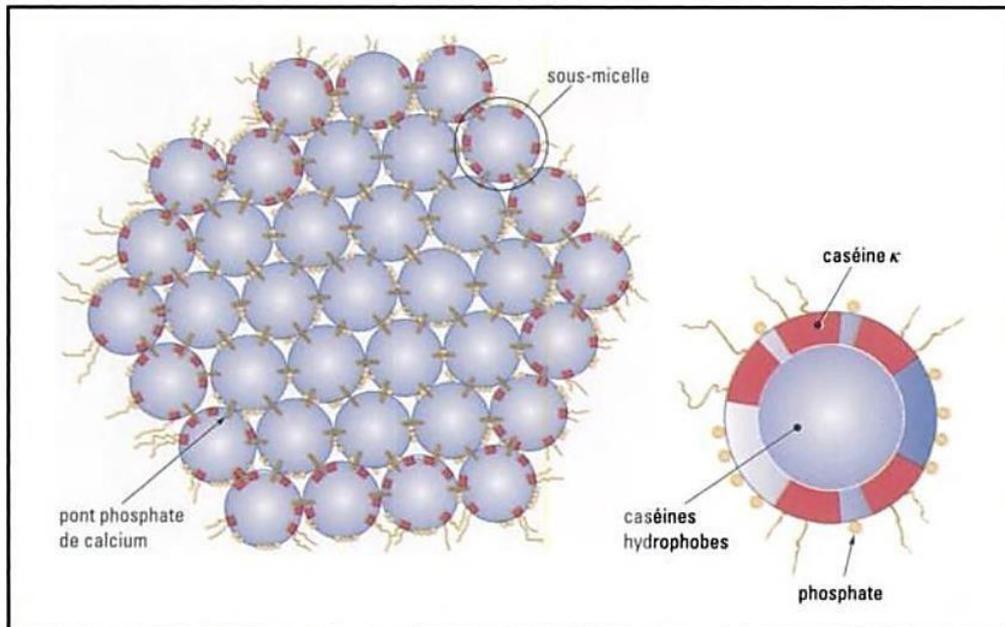
Protéines	Moyennes absolues (g/litre)
Protides totaux ou matières azotées totales	34
Protéines	32
Protéines non solubles ou caséines entières	26
Caséine $\alpha$	12.0
Caséines $\beta$	9.0
Caséines k	3.5
Caséines y	1.5
Protéines solubles	6
$\beta$ -lactoglobuline	2.7
$\alpha$ -lactalbumine	1.5
Sérum-albumine	0.3
Globulines immunes	0.7
Protéines peptones	0.8
Substances azotées non protéiques	2

### III.3.1. Les Caséines :

La caséine constitue la majeure partie (80%) des protéines du lait. Cette partie est la plus déterminante en matière de technologie fromagère. Ces protéines sont présentes dans le lait sous forme de micelles de complexes organiques et minéraux. Les micelles sont précipitées par l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6 (Iboudo et al, 2012).

La taille des micelles est comprise entre 100 et 500 nm, et le diamètre moyen est proche de 180 nm, qui varient principalement selon les espèces animales, les saisons et les stades de lactation. Les micelles de caséine sont composées de 92 % de protéines et de 8 % de minéraux (Lapointe-Vignola, 2002).

Les micelles de caséine sont formées en combinant  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ -caséine,  $\kappa$ -caséine et des minéraux, notamment du calcium et du phosphate (Figure 02). Les micelles contiennent de 20 000 à 150 000 molécules de caséine (Ilboudo *et al*, 2012).



**Figure N°02 : Micelle de caséine et sous-micelle de caséine (Lapointe-Vignola, 2002).**

### III.3.2. Protéines du lactosérum :

Les protéines de lactosérum constituent 15 à 28 % des protéines du lait et 17 % des substances azotées (Debry, 2001). Ils sont encore en solution dans du "sérum" isoélectrique" obtenu dans du sérum présure à pH = 4,6 ou exsudat de coagulum à 20°C formé pendant le processus de caillage (Pougheon, 2001).

(Thapon, 2005), définit la protéine de lactosérum comme une protéine à excellente valeur nutritionnelle, riche en acides aminés soufrés, en lysine et en tryptophane. Ils ont des propriétés fonctionnelles remarquables mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

La composition des protéines de lactosérum est différente de celle de la caséine et leur structure et diverses propriétés. Ils sont riches en lysine, tryptophane, cystéine. Les acides aminés soufrés leur confèrent une très bonne valeur nutritionnelle. Leur structure est plus compacte : ces protéines ne lient pas bien les ions et résistent à l'action des protéases (Pougheon, 2001).

**III.4. Glucides :**

Le lait contient des glucides (97 %) principalement sous forme de lactose. Ce dernier favorise l'absorption des minéraux, notamment du calcium, et exerce un effet positif sur la flore intestinale par son action prébiotique. Le lactose est hydrolysé dans le tube digestif par la lactase en glucose et galactose, qui sont ensuite absorbés séparément. Le lactose a un pouvoir sucrant plus faible (**Vilain, 2010**).

**III.3. Eléments minéraux :**

Le lait contient un grand nombre de minéraux (**Tableau 08**), dont les principaux sont calcium, magnésium, sodium et potassium, phosphate, chlorure et citrate (**Gaucheron, 2004**).

**Tableau N°08 :** Composition minérale du lait de vache (**Jeantet et al, 2007**).

<b>Eléments minéraux</b>	<b>Concentration (mg.kg-1)</b>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

**III.6. Enzymes :**

Une soixantaine d'enzymes majeurs ont été identifiées dans le lait, les principales sont l'hydrolase, la déshydrogénase (ou oxydase) et l'oxygénase (**Tableau 09**); les deux principaux facteurs affectant l'activité enzymatique sont le pH et la température (**Lapointe-Vignola, 2002**).

**Tableau N°09** : caractéristiques des principaux enzymes du lait (**Vignola, 2002**).

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	substrats
<b>Hydrolases</b>	Estérases			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9 – 10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0 – 5.2	37	Esters phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7.5	37	Paroi cellulaire microbienne
<b>Déshydrogénases ou oxydases</b>	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéine, peptide
	Xanthine oxydase	8.3	37	Base purique
<b>Oxygénases</b>	Lactopéroxydase	6.8	20	Composés réducteurs +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Catalase	20	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

**III.7. Vitamines :**

Les vitamines sont divisées en deux catégories (**Tableau 10**) :

- les vitamines hydrosolubles (vitamines B et vitamine C) issues de la phase aqueuse du lait ;
- Des vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) associées aux graisses, les unes au centre des globules gras, les autres à la périphérie des globules gras.

Dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles sont issues de l'alimentation, et les conditions de vie des animaux ont un impact sur la teneur en vitamines du lait. Le lait et ses dérivés sont une source importante de vitamines A, B12 et B2 ; les vitamines B1, B6 et PP ont une faible teneur ; en revanche, ils ne contiennent que de petites quantités de vitamine E, d'acide folique et de biotine (**Pougheon, 2001**).

Tableau N°10 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot *et al.*, 2002)

Vitamines	Teneur moyenne
<b>Vitamines liposolubles</b>	
Vitamine A	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

#### IV. Caractéristiques organoleptiques du lait :

Les propriétés organoleptiques du lait reposent sur quatre critères : l'odeur, la couleur, la saveur et la viscosité (Tableau 11).

Tableau N°11: Caractéristiques organoleptiques de lait (Mathieu, 1998).

Caractères examinés	Caractères normaux
Couleur	Blanc-mât : lait normal. Blanc-jaunâtre : lait riche en crème Blanc bleuâtre : lait écrémé ou fortement mouillé.
Odeur	Odeur faible
Saveur	Saveur agréable (variation selon le degré de chauffage du lait).
Consistance	Homogène

**IV.1. Couleur :**

Le lait a une couleur blanc terne, principalement due aux matières grasses, aux pigments de carotène (les vaches convertissent le B-carotène en vitamine A, qui va directement dans le lait (**Fredot, 2012**)).

**IV.2. Odeur :**

Cette odeur est caractéristique du lait car il contient des graisses qui fixent l'odeur de l'animal. Ils sont associés à l'environnement de traite, à l'alimentation (les aliments à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, puis le lait dégage une forte odeur), à la conservation (**Vierling, 2003**).

**IV.3. Saveur :**

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, principalement en raison de la présence de matières grasses (**Lapointe-Vignola, 2002**).

Le résultat d'un équilibre délicat entre de multiples composés : acides, alcools, esters, amines, composés carbonylés et soufrés...etc. Interagit avec les substances lipidiques et protéiques (**Vierling, 1998**).

**IV.4. Viscosité :**

**Rheotes, (2010)** a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe, notamment influencée par les particules colloïdales émulsionnées et dissoutes. La teneur en matières grasses et en caséine avait le plus grand impact sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également des paramètres techniques.

**V. La qualité du lait :**

La qualité peut être définie par la capacité d'un produit à répondre à un besoin donné, c'est-à-dire à répondre aux attentes de l'utilisateur. Dans ce cas, pour le lait, il peut être conditionné en lait de consommation ou transformé en produits divers (fromages, desserts lactés, etc.) sans difficultés techniques pour satisfaire en toute sécurité les besoins nutritionnels des consommateurs, c'est-à-dire sans être porteur de bactéries ou de substances qui pourraient causer des problèmes, quelle que soit leur gravité. Les producteurs doivent fournir du lait adapté à toute transformation. Ainsi, la qualité se compose de trois composants (**Cauty et Perreau, 2003**).

## VI. Microbiologie du lait cru :

Les principaux micro-organismes présents dans le lait sont des bactéries. Cependant, nous pouvons également trouver des levures et des moisissures, et même des virus. Un grand nombre d'espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait, qui constitue leur excellent substrat nutritionnel. En se multipliant dans le lait, ils libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, dioxyde de carbone, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique (responsable de l'acidification en technologie fromagère), diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant provoquer des maladies Humains (Agricole, 2009).

### VI.1. Flore originelle:

Le lait collecté dans de bonnes conditions contient très peu de micro-organismes (moins de  $10^3$  bactéries/ml). Lorsqu'il quitte le pis, il est pratiquement stérile et protégé par une substance inhibitrice appelée lactosérum, qui a une activité limitée dans le temps (environ une heure après la traite) (Cuq, 2007).

La flore native du lait est définie comme l'ensemble des micro-organismes présents dans le lait à la sortie du pis. Ces micro-organismes sont plus ou moins abondants et sont étroitement liés à des facteurs tels que l'alimentation et l'ethnicité. Les bactéries dominantes de la flore indigène sont principalement des micro-organismes mésophiles. Il s'agit essentiellement de bactéries saprophytes de la mamelle et des canaux galactophores : *Micrococcus* sp., *Streptococcus lactiques*, *Lactobacillus* (Yobouet, 2016).

Le tableau N°11 répertorie les principaux microorganismes du lait et leurs proportions relatives.

**Tableau N°12 : Flore Originelle du lait Cru (Lapointe-Vignola, 2002).**

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i> sp	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus ou lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

## VI.2. Flore de contamination :

La flore d'altération peut entraîner des défauts sensoriels dans le goût, l'arôme, l'apparence ou la texture du lait réduisant ainsi la durée de conservation. Parfois, certains microorganismes nocifs présents dans le lait peuvent également provoquer des maladies. Les principaux genres identifiés sont *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp., les coliformes, principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les bactéries sporulées telles que *Bacillus* sp., et *Clostridium* sp., et quelques moisissures et levures (Tableau 12). Quatre groupes de bactéries d'altération sont couramment présents dans le lait cru : producteurs d'acide lactique, d'acide propionique, d'acide butyrique et d'enzymes dégradantes (principalement des protéases et des lipases) (Yobouet, 2016).

**Tableau 13 :** Contaminants et sources de contamination bactérienne du lait (Yobouet, 2016).

Sources	Genres
Personnel	<i>Coliformes, Salmonella, Enterococcus, Staphylococcus</i>
Air	<i>Streptococcus, Micrococcus, Corynebacterium, Bacillus, levures et moisissures</i>
Intérieur du pis	<i>Streptococcus, Micrococcus, Corynebacterium</i>
Extérieure du pis	<i>Micrococcus, Staphylococcus, Enterococcus, Bacillus</i>
Fèces	<i>Escherichia, Staphylococcus, Listeria, Mycobacterium, Salmonella</i>
Appareil de traite	<i>Micrococcus, Streptococcus, Bacillus, coliformes</i>
Litière	<i>Clostridium, Bacillus, Klebsiella</i>
Sol	<i>Clostridium, Bacillus, Pseudomonas, Mycobacterium, levures et moisissures</i>
Alimentation	<i>Clostridium, Listeria, Bacillus, bactéries lactiques</i>
Eau	<i>Coliformes, Pseudomonas, Corynebacterium, Alcaligenes</i>

D'un point de vue sanitaire, des bactéries pathogènes et dangereuses peut également être présentes lorsque le lait est provient d'un animal malade. Ceux-ci peuvent être l'agent causal des mammites (*Streptocoque pyogène, Corynebactéries pyogènes, Staphylococcus aureus*) et des bactéries infectantes en général telles que *Salmonella, Brucella, Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum*, en particulier *Listeria monocytogenes, Mycobacterium, Bacillus anthracis* et certains virus. Ainsi, l'ensemencement du lait est essentiellement une variété d'opérations réalisées lors de la traite en dehors des maladies du pis (Guiraud, 2003).

### VI.3. Flore lactique :

La flore lactique est une flore utile qui est utilisée dans de nombreux procédés de conservation du lait utilisant la fermentation lactique. Ils contribuent à la texture et à la saveur des aliments et à la production de composés aromatiques. Les bactéries lactiques inhibent la prolifération des micro-organismes en produisant des composés inhibiteurs tels que les bactériocines et en abaissant le pH en produisant de l'acide lactique (**Corrieu et Luquet, 2008**).

Les principaux genres de bactéries lactiques présentes dans le lait et les produits laitiers sont 6 genres différents : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* et *Enterococcus*.

Il s'agit de bactéries Gram+ éventuellement anaérobies, mésophiles ou thermophiles, dont l'activité protéolytique, notamment lipolytique, est généralement réduite, capables de fermenter le lactose en produisant :

- Presque entièrement de l'acide lactique (environ 90%) : ce sont des bactéries homofermentaires.
- Environ 50% de l'acide lactique est accompagné d'autres produits de fermentation, notamment du dioxyde de carbone, de l'éthanol et de l'acide acétique : ce sont les bactéries hétéro-fermentaires (**Eck et Gillis, 2006**).

## Chapitre III :

### Fromage frais

#### I. Définition :

Le fromage frais est un fromage à pâte acide qui peut être consommé immédiatement après fabrication (Meunier-Goddik, 2004). L'appellation "fromage blanc" est réservée à un fromage non affiné qui subit une fermentation principalement lactique. Les « fromages blancs frais » ou « fromages frais » sont des fromages blancs fermentés qui répondent à des critères supplémentaires : ils doivent contenir une flore viable lorsqu'ils sont vendus aux consommateurs (DE et DE, 2009).

#### II. Caractéristique du fromage frais :

Selon Mauhaut *et al*, (2000) les caractéristiques du fromage sont :

- Caillé non pressé et haute teneur en humidité ;
- Faible acidité ;
- Durée de conservation courte ;
- Produits pouvant être consommés sans maturation.

#### III. Différents types de fromage frais :

Les fromages frais présentent une grande diversité selon le degré d'expulsion du caillé, la teneur en matière grasse du lait mis en œuvre (Mekhaneg, 2020).

##### III.1. Fromage blanc :

Le fromage blanc est obtenu par coagulation du lait due à la fermentation lactique et/ou à l'action de la présure. Le fromage blanc fournit tous les nutriments du lait. La qualité nutritionnelle du fromage blanc et sa variété lui permettent d'être consommé de manière interchangeable avec d'autres produits laitiers frais (Carbon-Lavau *et al*, 2017).

##### III.2. Fromage « demi-sel » :

L'appellation « demi-sel » est réservée à un fromage frais au lait de présure, qui a une pâte homogène, une fermeté et une salinité de 2 %. La matière grasse représente 40 % de l'extrait sec, qui lui-même doit être égal ou supérieur à 30 % (Leveau et Bouix, 1993).

**III.3. Fromage fondu à tartiner :**

Produits fondus à base de fromage ou de mélanges de fromages frais ou affinés, éventuellement additionnés de lait, beurre, crème, caséine, lactosérum et autres ingrédients : épices, arômes et autres produits (**Khoualdi et zidoune, 2017**).

**III.4. Petit suisse :**

Il est obtenu avec du lait riche en crème. Il doit être cylindrique et peser 30 ou 60 grammes. Par conséquent, le petit fromage suisse doit contenir 40% ou 60% de matières grasses dans l'extrait sec. Lorsque le fromage ne contient que 20% de matières grasses en extrait sec, il ne peut pas être commercialisé sous le nom de petit-suisse (**Cerbon-Lavau et al., 2017**).

**IV. Composition du fromage frais :**

Le fromage est très riche dans sa composition (Tableau 14), notamment en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et minéraux (**Walther et al., 2008**).

**Tableau N° 14 :** composition moyenne de « petite suisse » pour 100g de produit frais (**Eck et Gillis, 1997**).

Constituants	Quantité
Eau (g)	79
Energie (kcal)	118
Glucides (g)	4.0
Lipides (g)	7.5
Protéines (g)	8.5
calcium (mg)	100
Phosphore (mg)	140
Magnésium (mg)	10
Potassium (mg)	130
Sodium (mg)	40
Zinc (mg)	0.5
Vitamine A (U.I)	170

**IV.1. Eau :**

La teneur en humidité du fromage peut être utilisée comme moyen de classer le fromage ; les pâtes molles peuvent contenir plus de 50 % d'eau, les pâtes semi-dures entre 45 % et 50 % Des niveaux d'humidité entre 35 % et 45 % sont critiques pour les micro-organismes et affectent leur croissance, affectant ainsi le taux de fermentation et de maturation. C'est un facteur déterminant de la durée de conservation des fromages (Vignola, 2002).

**IV.2. Protéine :**

La caséine est la pierre angulaire de la fabrication du fromage. Ces protéines constituent près de 80% de la teneur en azote du lait, et elles sont au nombre de quatre (caséines  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , B et K), et en présence de phosphate de calcium, elles forment des micelles fromagères stables (phase colloïdale) qui sont compatibles avec l'équilibre de la solution. La caséine est hydrolysée en d'autres composants (polypeptides, peptides et acides aminés) par des enzymes protéolytiques telles que la présure. Les protéines sériques contribuent peu à la formation de la structure et de la saveur du fromage. Parce qu'ils sont solubles, ils sont majoritairement éliminés dans le lactosérum lors de l'égouttage (Vignola, 2002).

**IV.3. Matière grasse:**

Les matières grasses qui contribuent à l'arôme et à la saveur sont composées de triglycérides et d'acides gras et ont une forme sphérique pouvant varier de 1 à 10 microns de diamètre. Dans le fromage, les enzymes lipolytiques peuvent hydrolyser les triglycérides et libérer des acides gras en plus ou moins grande quantité selon le type de fromage, et ainsi contribuer à l'arôme et à la saveur lors de la maturation. Il joue un rôle important dans la formation de la structure du fromage (Vignola, 2002).

**IV.4. Glucide :**

Le lactose est un sucre composé de galactose et de glucose. En présence de bêta-galactosidase dans les bactéries lactiques, la molécule de lactose se scinde en deux parties, libérant du galactose et du glucose. Ces éléments agissent comme des sources de carbone pour les bactéries lactiques. La conversion progressive du lactose en acidelactique lors de la fabrication du fromage abaisse le pH du lait, favorise sa coagulation, force le dessalement des micelles de caséine, favorise la synérèse du caillé et inhibe la croissance de certains micro-organismes indésirables (Vignola, 2002).

**IV.5. Vitamine :**

Le fromage est une bonne source de vitamines B, présentes dans le fromage en fonction de la teneur en matières grasses en raison de la synthèse de moisissures (Abdoune Née Ouali et Mati, 2003).

## V. Fabrication fromagère:

La fabrication du fromage comprend trois étapes principales : coagulation, égouttage et affinage. Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais. Ces étapes déterminent les caractéristiques du fromage fraîchement consommé (**Bendimerad, 2013**).

### V.1. Coagulation ou caillage :

Selon **Bendimerad, (2010)** correspond à un changement d'état physique irréversible dans lequel le lait au repos, initialement liquide, devient un semi-solide, communément appelé gel ou plus précisément coagulum. Elle peut être obtenue par deux voies principales, qui conduisent à un coagulum aux propriétés différentes.

#### V.1.1. Coagulation par voie acide :

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre-elles et former un gel cassant très friable et peu élastique. Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait. La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (**Bendimerad, 2010**).

#### V.1.2. Coagulation par voie enzymatique :

Elle est obtenue par hydrolyse de la caséine par des enzymes protéolytiques d'origines diverses (végétale, microbienne, animale). Ces enzymes sont la chymosine et la pepsine contenues dans le suc gastrique des animaux. Les enzymes peuvent être fournies sous formes de préparation coagulante issue de la macération de caillettes, ou sous forme d'enzymes purifiées obtenues par voie génétique. La coagulation du lait par laprésure comporte trois étapes (**Bendimerad, 2013**).

L'hydrolyse de la caséine kappa en paracaséine et macropeptide de caséine (CMP), puis la coagulation proprement dite (agrégation micellaire), due à la perte du CMP dans le sérum, enfin, les liaisons entre les paracaséines de la micelle de caséine se recombinent pour former un coagulum (**Bendimerad, 2013**).

Selon le même auteur, dans la plupart des cas, la coagulation est causée par l'action combinée des enzymes protéolytiques et de l'acidification. C'est la coagulation mixte. Les propriétés des gels formés et leur capacité de l'égouttage sont intermédiaires entre celles du coagulum obtenu par voie enzymatique et celui obtenu par voie acide.

### **V.2. Egouttage :**

L'égouttage correspond à un simple débit statistique de lactosérum. L'élimination progressive du lactosérum (par synérèse) qui s'accompagne d'un retrait et d'un durcissement du gel. Il se traduit par un extrait sec du caillé plus ou moins élevé, et correspond au fromage formé (**Bendimerad, 2013**).

Selon le même auteur, le lactosérum est le liquide jaune pâle qui reste après le lait a été caillé. Il est composé de 50% de matière sèche. Il contient de grandes quantités de protéines, de lactose et de minéraux ; il est également riche en vitamine B. On distingue deux catégories de lactosérum :

- Lactosérum doux : son acidité est inférieure à 1.8 gramme d'acide lactique par litre. Le pH de ce lactosérum est compris entre 5 et 6. Il contient plus de lactose et moins de calcium et phosphore que le lactosérum acide.
- Lactosérum acide : dont l'acidité est supérieure à 1.8 g d'acide lactique par litre. Ce lactosérum présente un pH de l'ordre de 4.2.

### **VI. Ferments lactiques :**

Les bactéries lactiques sont des bactéries Gram+, généralement immobiles, jamais sporulées, anaérobies facultatives (**Leseur et Melik, 1999**). Par leurs différents métabolismes et activités enzymatiques, ils déterminent en grande partie l'arôme, la saveur et la texture de ces produits (Tableau 15). Les bactéries lactiques jouent un rôle important dans la conservation et la sécurité des dérivés laitiers, et elles favorisent même la digestion en assurant un meilleur équilibre microbien intestinal (**Tozanli et al, 2007**).

**Tableau N° 15 : Caractéristiques et aptitudes des bactéries lactiques (Gouedranche et al, 2001).**

Bactéries	Propriété			
	Acidifiante	Aromatique	Texturante	Gazogène
<i>Lc. lactislactis</i>	Oui	Non	Non	Non
<i>Lc. lactiscremoris</i>	Oui	Non	Non	Non
<i>Lc.lactisdiacetylactis</i>	Oui	Oui	Non	Oui
<i>Ln. Mesenteroides</i>	Non	Oui	Oui	Oui

### VII. Microbiologie du fromage :

La flore lactique est une flore utile qui est utilisée dans de nombreux procédés de conversion du lait utilisant la fermentation lactique. Ils contribuent à la texture et à la saveur des aliments et à la production de composés aromatiques. Les bactéries lactiques inhibent la prolifération des micro-organismes en produisant des composés inhibiteurs tels que les bactériocines et en abaissant le pH en produisant de l'acide lactique (Corrieu et Luquet, 2008).

D'après Eck et Gillis (2006), le fromage est un aliment très sensible à la contamination, la présence de contaminants varie selon leur capacité à se développer, ils sont définis par des propriétés physico-chimiques et des conditions de maturation et de stockage, trois critères sont importants :

- L'activité de l'eau ( $A_w$ ) diminue avec le salage et devient inhibitrice à 0,95.
- Un potentiel redox élevé (aérobie) en surface et faible (anaérobie) dans la pâte favorise la sélection microbienne.
- Variations de surface et de profondeur du pH d'un fromage à l'autre dans le temps, la plage de 4,5 à 5,2 est la limite de l'inhibition microbienne, mais certaines exceptions sont visibles, y compris en dessous de la limite.
- En l'absence de traitement thermique des fromages au lait cru, les bactéries pathogènes sont fortement augmentées et peuvent être d'origine exogène ou endogène, la plupart des bactéries présentes dans les fromages sont : *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*.

## CHAPITRE IV

### MATERIEL ET METHODES

#### I. Cadre de l'étude :

Dans ce chapitre seront présentés les différents protocoles expérimentaux utilisés durant cette étude ainsi qu'une description du matériel. L'objectif principal de notre étude est la valorisation de la figue à travers l'élaboration d'un fromage frais permettant ainsi d'améliorer les propriétés nutritionnelles de ce dernier.

La partie expérimentale a été réalisée au niveau de la laiterie d'ARIB située dans la wilaya d'Ain Defla durant la période s'étalant du 22 Février au 13 Juin 2022. La laiterie dispose d'une gamme variée de produits laitiers, parmi lesquels, figure le fromage frais objet de notre étude. Le travail consiste d'abord à préparer la pâte de figue puis de l'incorporer dans le fromage frais à différentes proportions.

Les analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles ont été réalisées au niveau des différents laboratoires de contrôle de qualité de la laiterie.

#### I.1. Présentation de lieu de stage :

La laiterie d'ARIB est une filiale du groupe Giplait Spa. Réalisée en 1989, cette unité est l'une des plus grandes organisations de production de lait et de produits laitiers dans la wilaya d'Ain Defla avec une capacité de production de plus de trois millions de litre par jour. Sa tâche principale est de fournir le lait entier ou partiellement écrémé et conditionné dans des sachets d'un litre, outre les produits dérivés comme le yaourt, le lait fermenté et fromage frais.

#### II. Matériel :

Les matières premières utilisées pour la production de fromage aux figues sont :

#### II.1. Lait cru de vache :

Le lait cru de vache utilisé pour la fabrication du fromage frais provient de plusieurs communes de la wilaya d'Ain Defla (Djendel, Djelida) et de Chlef.

**II.2. Poudre de lait :**

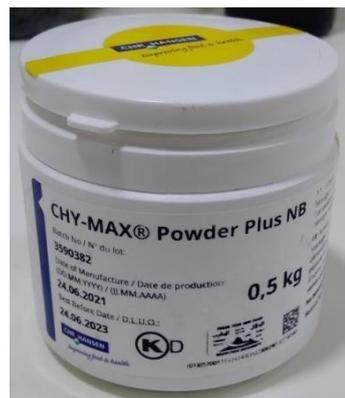
La poudre de lait à 0% de matière grasse, a été fournie par l'unité laitière d'ARIB. Elle a été utilisée pour la standardisation du lait. Elle provient de Belgique.

**II.3. Crème fraîche :**

La crème fraîche qui entre dans la fabrication du fromage frais a été fournie par la laiterie d'ARIB.

**II.4. Présure :**

Enzyme coagulante (figure 03) de type Chymosine produite par *Aspergillus niger*, originaire de l'Union européenne.



**Figure 03 :** Présure.

**II.5. Ferments lactiques :**

Les ferments lactiques Mésophiles à l'état lyophilisé. Chr. Hansen A/S Boege Alle 10-12 DK, Denmark.



**Figure 04 :** Ferments lactiques.

## II.6. Matériel végétal :

Les figes (sèches) utilisées dans la fabrication du fromage frais sont achetées du commerce (figure 05).



**Figure 05 :** la fige sèche.

## III. Caractéristiques physico-chimiques des matières premières :

### III.1. Détermination du pH (lait cru) :

La détermination du potentiel hydrogéné (pH) est la mesure des ions d'hydrogènes ( $H^+$ ) libres dans une solution (Ouellette, 2004).

#### III.1.1. Principe :

La détermination du pH a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre préalablement calibré par des solutions tampon (solutions à pH 4.00 et à pH 7.00) (Amimour, 2020).

#### III.1.2. Mode opératoire :

Etendre l'électrode du pH-mètre dans un bécher contenant 100 ml de lait. Ce dernier doit être homogène à température ambiante.

### III.2. Détermination de l'acidité titrable (lait cru et crème fraîche) (NA678 – 1994) :

On entend par acidité titrable du lait, l'acidité déterminée dans les conditions de la méthode décrite par la présente norme. Elle est exprimée conventionnellement en grammes d'acide lactique par litre de lait.

L'acidité titrable est exprimée en degré Dornic ( $D^\circ$ ) et qui correspond à la chute du volume de burette en ml x 10 ;  $1^\circ D$  représente 0.1g d'acide lactique dans un litre de lait (Gassi et al, 2008).

**III.2.1. Principe :**

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

**III.2.2. Mode opératoire :**

- Dans un bécher introduire 10 ml de lait prélevé à la pipette, ou peser, à 0.001 g près, environ 10 g de lait.

- Ajouter dans le bécher 0.1 ml de la solution de phénolphthaléine (**Annexe III**). Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (**Annexe III**) jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.

- Après le virage, la teinte rose disparaît progressivement. Il n'y a pas lieu de tenir compte de cette décoloration. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

- Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

**III.2.3. Expression des résultats :**

L'acidité exprimée en degrés Dornic est alors égale à :

$$V \times 10$$

Où : V est le nombre de millilitre de solution d'hydroxyde de sodium 0.111 N (N/9) (Soude Dornic) versé.

**III.3. Détermination de l'extrait sec total :****III.3.1. Cas de produit solide « La figue » (Amimour, 2020) :****III.3.1.1. Principe :**

Dessiccation, par évaporation, d'une certaine quantité d'échantillon de la figue et pesée du résidu.

**III.3.1.2. Mode opératoire :**

- Dans une capsule en aluminium bien séchée et tarée, placer sur une balance existante à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur.

-Distribuer une prise d'essai de 1,8 g par étalement sur toute la surface de la capsule préalablement tarée.

-Cette préparation est mise à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  et l'y laisser 15min ou plus.

La valeur de la matière sèche exprimée en pourcentage et déterminée par la relation suivante :

$$MS(\%) = \frac{M_{sec}}{M_i} \times 100$$

Où :

**M i** : masse de l'échantillon initial (g) ;

**M sec** : masse de l'échantillon sec (g) après passage dans l'étuve  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

- Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H \% = 100 - MS$$

### III.3.2. Cas du « lait cru » :

On entend par « matière sèche de lait » le produit résultant de la dessiccation de lait dans les conditions par la présente norme (NA 679 – 1994).

#### III.3.2.1. Principe :

La micro-onde SAM 155 utilise l'énergie micro-onde pour le séchage des échantillons et seuls les composants polaires comme l'eau l'absorbe facilement, les autres restent relativement froids. C'est le résidu sec.

#### III.3.2.2. Mode opératoire :

- Dans une capsule séchée et tarée à 0.1 mg près introduire la prise d'essai qui ne dépasser pas 5g.
- Placer la capsule pendant 4 minutes dans le micro-onde,
- La retirer et la laisser refroidir quelques minutes dans le dessiccateur en verre,
- Peser la capsule avec l'échantillon et appliquer :

$$\frac{B - A}{C} \cdot 1000$$

Où :

**A** : poids de la capsule vide,

**B** : poids de la capsule séchée plus l'échantillon,

**C** : prise d'essai.

#### **III.4. Détermination de la matière grasse (NF V04 – 210) :**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle, lorsqu'elle est appliquée à un lait entier, de teneur en matière grasses moyenne et de masse volumique moyenne, à 20°C, donne une teneur en matière grasse exprimée en gramme pour 100 ml de lait qui est équivalent à celle obtenue par une méthode de référence gravimétrique.

##### **III.4.1. Principe :**

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre, la séparation étant favorisée par addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre ou par lecture instrumentale à l'aide d'un système automatique.

##### **III.4.2. Cas du lait cru par la méthode « acido-butyrométrique de GERBER » :**

- À l'aide d'une pipette ou d'un système automatique (permettant de délivrer 10.0 ml  $\pm$  0.02 ml d'acide sulfurique), en opérant de façon que l'acide ne mouille pas le col du butyromètre ou n'entraîne pas d'air, mesure 10 ml d'acide sulfurique (**Annexe II**) et les introduire dans le butyromètre (**Norme NF B 35-521**).

- Retourner doucement trois ou quatre fois le contenant l'échantillon préparé, prélever immédiatement à l'aide d'un système de pipetage « pipette à lait de 11 ml » (l'échelle du butyromètre donnera directement le résultat en grammes de matière grasse pour 100 ml de lait) le volume fixe de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci, de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide (**NF V 04-203**) (**NF B 35-523**).

- À l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1 ml d'alcool amylique (**Annexe II**) et l'introduire dans le butyromètre, sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides.

- Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

- Agiter et retourner le butyromètre, convenablement protégé contre le risque de casse ou de bouchon, jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'y a plus de particules blanches.

- Centrifuger durant 5 min dès que la vitesse requise est atteinte.

### **III.4.3. Cas de la crème fraîche :**

#### **III.4.3.1. Mode opératoire :**

- A l'aide d'un système automatique, mesurer 10ml d'acide sulfurique et les introduire dans un butyromètre de Roeder (60%).

- Prélever à l'aide d'une pipette 5ml de la crème et le verser dans le butyromètre de manière que la pipette soit placée en contact avec la paroi du butyromètre pour éviter de mélanger les liquides.

-Ajouter 5ml d'eau avec la même manière.

-Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique, à l'aide d'un système automatique.

-Couvrez bien le butyromètre avec le bouchon.

-Agiter et retourner le butyromètre pour que les protéines soient dissoutes, procéder à 4 ou 5 retournements successifs.

-Centrifuger pendant 5 minutes.

#### **III.4.3.2. Lecture :**

Retirer le butyromètre de la centrifugeuse en ajustant soigneusement le bouchon en tirant, le bouchon étant dirigé vers le bas, pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le plus proche, de préférence un trait repère principal.

Noter le trait-repère « A » correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse, puis, en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible (en moins de 10 s), noter le trait-repère « B » du haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

Lorsque l'on fait les lectures, le butyromètre doit être maintenu verticalement, l'œil doit être au niveau de point de lecture.

#### **III.4.3.3. Expression des résultats :**

La teneur en matière grasse du lait et du fromage est :

$$MG = B - A$$

Où :

**A** : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

**B** : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

#### **III.5. Détermination de la densité :**

##### **III.5.1. Principe :**

La densité du lait est déterminée à une température de 20°C, au moyen du lactodensimètre mené d'une tige graduée (Fedala et al, 2020).

##### **III.5.2. Mode opératoire :**

- Verser doucement le lait cru dans une éprouvette tenue inclinée, afin d'éviter la formation de mousse ou bulles d'air.
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Plonger le thermo lactodensimètre dans le lait en le retenant jusqu'au voisinage de l'équilibre.

- Attendre trente secondes jusqu'à une minute.

- Après la stabilisation de l'appareil, lire directement la température et la valeur de la densité sur les graduations du lactodensimètre.

### III.5.3. Expression des résultats :

Sur le lactodensimètre lire à la surface d'un côté la température et de l'autre la densité.

\* La densité est donnée par la formule suivante :

$$D = D' + 0,2 (T - 20)$$

**Ou :**

**D :** La densité réel.

**D' :** La densité lue.

**0,2 :** Coefficient empirique.

**T :** Température lue.

## IV. Caractéristiques microbiologiques des matières premières (JORA, 1998) :

### IV.1. Préparation des dilutions décimales :

Pour préparer la solution mère (SM), prélever 1ml pour les échantillons liquides (lait cru et crème liquide) et peser 1g pour les échantillons solides (figue) qui sont ajoutés à 9ml d'eau physiologique, homogénéisés par agitation. La solution mère et une dilution  $10^{-1}$ .

À l'aide d'une pipette pasteur, prélever 1ml de la solution mère ( $10^{-1}$ ) et poser dans 9ml d'eau physiologique, obtenir dilution  $10^{-2}$ . Répéter la même méthode pour les autres dilutions jusqu'à la dilution  $10^{-6}$ .

### IV.2. Détermination de la Flore Mésophile Aérobie Totale (Norme ISO 4833) :

Cette méthode détermine la recherche et le dénombrement des germes aérobies dans les aliments par comptage des colonies à  $30^{\circ}\text{C}$  ; dans le sens d'assurer les conditions favorables pour un développement maximum des germes dans une gélose riche à température adéquate.

**IV.2.1. Mode opératoire :**

A partir de la dilution décimale  $10^{-6}$ , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage.

Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA fondue pu refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ . On utilise généralement la gélose PCA pour les laits et produits laitiers.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur paillasse.

**IV.2.2. Incubation :**

Les boîtes seront incubés couvercle en bas à  $30^\circ\text{C}$  pendant 72 heures avec première lecture à 24 heures, deuxième lecture à 48 heures, et troisième lecture à 72 heures.

**IV.2.3. Lecture :**

Développement des colonies lenticulaires de couleur blanchâtre et de petite taille d'un diamètre de 0,5 mm.

**IV.2.4. Dénombrement :**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.
- On calcule le nombre des microorganismes par ml à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Nombre de germes} = \Sigma c / (n_1 + 0,1.n_2) d$$

**Ou :**

\* $\Sigma$  : Somme.

\*c : Nombre de colonies comptées par boîte ;

\*  $n_1$  : Nombre de boîtes utilisés pour la première dilution ;

\*  $n_2$  : Nombre de boîtes utilisés pour la deuxième dilution ;

\*  $d$  : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

### **IV.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Norme ISO 4832) :**

Les coliformes sont des entérobactéries, définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, de Gram négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C, glucose (+), oxydase (-), nitrate réductase (+), possèdent l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélose approprié.

#### **IV.3.1. Principe :**

Cette méthode permet de dénombrer les coliformes dans les échantillons alimentaires ; les dilutions décimales déterminées selon la charge microbienne tolérée par la réglementation sontensemencées dans leur gélose sélective pour dénombrement après incubation dans les températures adéquate.

#### **IV.3.2. Mode opératoire :**

À partir de la dilution décimale  $10^{-3}$ , porter aseptiquement 1ml de celle-ci dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage. Cette opération doit être effectuée en double car :

La première boîte sera incubée de 30 à 37°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

La deuxième boîte sera incubée à 44°C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose VRBL (Gélose Lactosée Billiée au Cristal Violet et au Rouge neutre) fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ . Faire ensuite des mouvements circulaires et va-et-vient en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes sur paillassé.

**IV.3.3. Incubation :**

Les boîtes seront donc incubées couvercle en bas pendant 24 à 48 heures :

- De 30 à 37°C pour la première boîte (recherche des coliformes totaux).
- À 44°C pour la deuxième boîte (recherche des coliformes fécaux).

**IV.3.4. Lecture :**

Les coliformes (totaux et fécaux) apparaissent en masse sous forme de petite colonie de couleur rouge foncé et de 0,5 mm de diamètre, fluorescentes.

La fluorescence de ces colonies est mise en évidence lors de leur observation sous une petite lampe à UV dans une chambre noire.

**IV.4. Recherche de *Salmonella* (Norme ISO 6579-2002) :**

Les *Salmonelles sp* sont des entérobactéries bacilles à Gram (-), mobiles, aéro-anaérobies facultatifs, à forte contagiosité, responsables de gastro-entérites et de toxico-infections alimentaires.

**IV.4.1. Principe :**

Cette méthode permet de déterminer la présence de *Salmonella sp* viable dans des échantillons alimentaires.

**IV.4.2. Mode opératoire :****IV.4.2.1. Pré-enrichissement :**

Introduire 1g du produit analysé (figue, lait cru et crème fraîche) dans 9ml de TSE (eau peptonée tamponnée) et agiter pour homogénéiser la solution.

**IV.4.2.2. Enrichissement :**

L'enrichissement doit s'effectuer sur deux milieux sélectifs différents à savoir :

- Le milieu de Sélénite-Cystéine réparti à raison de 100ml par flacon.

\*Ensemencer la suspension de pré-enrichissement dans le bouillon SFB.

\*Incuber les tubes à l'étuve à 37° C ± pendant 24 ± 3 heures.

**IV.4.2.3. Lecture :**

Un virage de couleur est observé sur bouillon SFB du jaune clair au rouge brique.

**IV.4.2.4. Isolement :**

Le tube ou le flacon fera l'objet d'un isolement sur le milieu gélosé « Hektoen ». Les boîtes ainsiensemencés seront incubées à 37° C pendant 24 heures.

**IV.4.2.5. Lecture :**

Les Salmonelles se présentent en Colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

**IV.4.2.6. Confirmation (Identification morphologique et biochimique) :**

Toutes les colonies caractéristiques feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (bacilles, mobilité).
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).
- Ensemencement d'un tube de Kligler (TSI) qui sera incubé à 37° C, 24 heures (Lactose, Saccharose, Glucose, Gaz et H<sub>2</sub>S).
- Ensemencement d'un tube de gélose nutritive inclinée qui sera incubé à 37°C, 24 heures.
- Ensemencement :

\*soit d'une galerie biochimique classique (ONPG, Oxydase, LDC, ODC, ADH, Témoin, Urée, Indole, TDA, VP, RM).

\*ou d'une galerie biochimique API 20E.

**V. Étapes de fabrication du fromage frais :****V.1. Préparation de la pâte de figue :****V.1.1. Nettoyage :**

Les figues sèches ont été nettoyées à l'eau pour enlever les traces de farine.



Figues sèches avant nettoyage



Figues sèches après nettoyage

**Figure 06 :** Figues sèches avant et après nettoyage.

### V.1.2. Traitement thermique à la vapeur :

Les figues sont cuites à la vapeur afin de faciliter leur broyage.



**Figure 07 :** Figues sèches au moment de la cuisson à la vapeur.

### V.1.3. Broyage :

Les figues sont d'abord découpées puis additionnées de 10 ml d'huile d'olive (pour 100 g de figues), avant d'être broyées au mixeur. A la fin de cette opération une pâte lisse et homogène est obtenue (Figure 08).



Ajout d'huile d'olive dans  
les figes découpées



Broyage des figes



Pâte de figue

**Figure 08** : la figue sèche durant le broyage.

## V.2. Préparation de la crème fraîche:

### V.2.1. Écrémage de lait :

Le but de l'écémage est de séparer le lait en lait écrémé et en crème, afin de restituer le maximum de matière grasse dans la crème et on en laisse le minimum dans le lait. La crème est séparée par centrifugation dans des écrémeuses (vitesse de rotation de 4 000 à 5 000 tours par minute) dans un récipient constitué d'un empilement d'assiettes à une température supérieure à 30° C (généralement 50 à 65° C). Enfin, la matière grasse est séparée du lait sous forme d'une crème appelée crème fraîche.



**Figure 09** : La crème fraîche avant pasteurisation.

### V.2.2. Pasteurisation de la crème :

La pasteurisation consiste à éliminer les germes pathogènes éventuellement présents en régulant par chauffage contrôlé à une température d'entrée de 90° C et une température de sortie de 30° C pendant 30 secondes pour préserver la qualité sensorielle et nutritionnelle de la crème.

**V.2.3. Refroidissement :**

Refroidir la crème fraîche à une température comprise entre 6 - 7°C pour préserver ses propriétés organoleptiques. Puis, elle est stockée dans des tanks isothermes où le pourcentage de matière grasse est compris entre 30 à 40 g/l. L'acidité doit également être comprise entre 10 à 30 degrés Dornic (°D).

**V.3. Préparation de la pâte écrémée :****V.3.1. Standardisation du lait maigre :**

La standardisation du lait de fromagerie consiste à ajuster la teneur en matière grasse et en protéine par l'ajout de la poudre de lait, pour arriver à un taux de l'extrait sec total à 90 – 93 g/l.

**V.3.2. Pasteurisation :**

La température du traitement est de 90°C pendant 20 à 30 secondes. Ce traitement thermique doit être suivi d'un refroidissement à une température de 28 à 30° C.

**V.3.3. Ensemencement (caillage) :**

La production de caillé est assurée par l'action conjuguée des ferments lactiques et de présure. Il consiste à faire coaguler la caséine du lait sous l'effet de l'acide lactique avec un ferment lactique mésophile à très faible dose (2 sachets dans 5000L).

L'ensemencement s'accompagne d'un emprésurage : après avoir ajouté les ferments (environ une heure et demie) l'acidité du lait commence à augmenter, le pH est d'environ 6,3, à ce stade il faut ajouter la présure (2,5 g dans 5000L) qui est un mélange d'enzyme protéolytique.

Le laitensemencé est incubé de 12 à 18 heures à une température de 30°C où l'acidité est augmentée à 70 °D et le pH devient 4,6.

Le gel formé résulte des modifications physico-chimiques au niveau des micelles de caséines. Le lait passe de l'état liquide au semi-solide, appelé caillé à la fin de l'égouttage en fromagerie.

**V.3.4. Décaillage :**

Lorsque l'acidité du caillé arrive à la norme demandée, le caillé fera l'objet d'un décaillage par agitation pour faciliter l'opération de l'égouttage.



**Figure 10 :** Caillé durant le décaillage.

**V.3.5. Thermisation :**

Les traitements thermiques du caillé de fromagerie doivent être à une température d'entrée de 58 – 60° C et une température de sortie de 42 - 44° C pendant 15-20 secondes, pour éliminer les bactéries pathogènes.

**V.3.6. Séparation ou égouttage :**

Dans un séparateur, l'égouttage se manifeste par l'expulsion du lactosérum, ce qui aboutit à l'obtention de lactosérum et une pâte maigre (Figure 11).



**Figure 11 :** Pâte maigre.

**V.3.7. Refroidissement :**

Le refroidissement est effectué dans un refroidisseur tubulaire à une température de 6°C.

**V.3.8. Incorporation de la crème fraîche :**

Dans un mélangeur, 96g de pâte maigre est additionnée avec 4g de crème fraîche pasteurisée. Lorsque le mélange atteint la proportion en matières grasses voulue, il est collecté dans des silos. Les deux produits doivent avoir des températures égales pour assurer une bonne homogénéité du produit fini (fromage frais).



**Figure 12 :** Fromage frais fini.

Le fromage frais est conservé au réfrigérateur (T: 0 à 4°C) pendant 5 à 21 jours et pendant ce temps-là on a effectué un certain nombre d'analyses pour s'assurer de la Stabilité du produit.

**V.3.9. Incorporation de la pâte de figue :**

L'incorporation de la pâte de figue au fromage frais se fait à des concentrations différentes (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%) (**ANNEXE I**). Tous les essais comportent un gramme de sel, dont le rôle est de casser le gout sucré apporté par la figue.

**V.3.10. Conditionnement :**

Nous avons conservé le produit fini à 4° C pendant 21 jours et pendant ce temps-là on a effectué un certain nombre d'analyses (Stabilité du produit).

Les étapes de fabrication sont données dans le diagramme suivant :

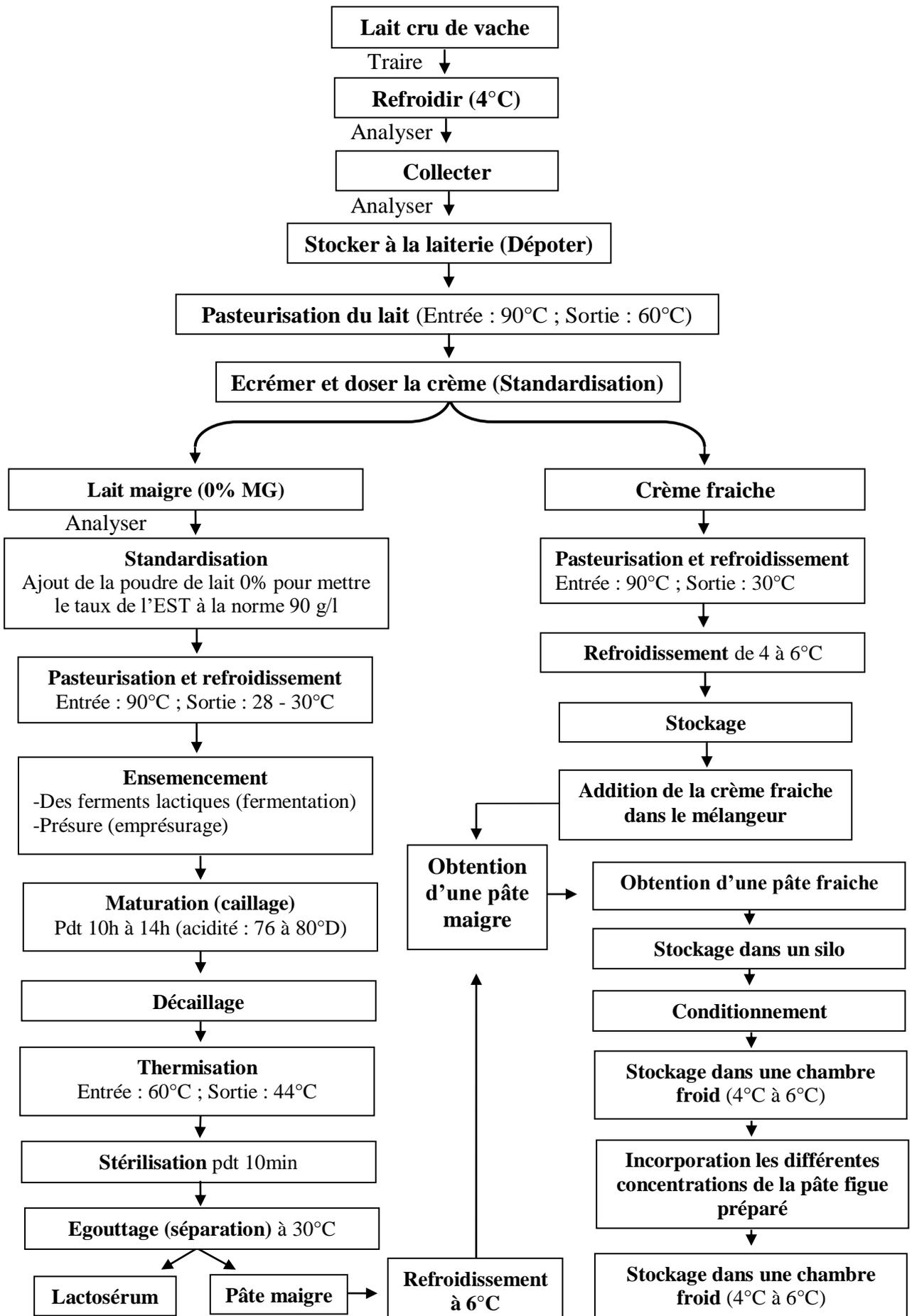


Figure 13 : Étapes de fabrication d fromage frais aux figues dans la laiterie d'ARIB.

**VI. Caractéristiques physico-chimiques des produits finis :**

Nous avons déterminé les paramètres physicochimiques par les mêmes méthodes appliquées sur la matière première. À l'exception de la méthode de détermination de la MG. Le pH du produit a été suivi pendant 21 jours.

**VI.1. Détermination de la matière grasse par la Méthode « butyrométrie de VAN GULIK » (NA 1933-1994):**

La méthode de Van Gulik est une technique conventionnelle qui, appliquée à un fromage, donne une teneur en matière grasse, exprimée en grammes pour 100 g de fromage, équivalente à celle obtenue par la méthode gravimétrique (NF V 04-286).

**VI.1.1. Principe :**

Après dissolution des protéines du fromage par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik, la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse en grammes pour 100 g de fromage, par lecture directe sur l'échelle du butyromètre, si aucune correction n'est nécessaire.

**V.1.2. Mode opératoire :**

Broyer l'échantillon avec l'appareil approprié (broyeur pour fromage), mélanger rapidement la masse broyée, procéder si possible à un second broyage et mélanger à nouveau soigneusement. Nettoyer l'appareil après broyage de chaque échantillon. Si l'échantillon ne peut être broyé, procéder à un malaxage minutieux.

Conserver l'échantillon ainsi préparé dans un récipient étanche, jusqu'au moment de l'analyse qui doit être effectuée le même jour. Si un délai est inévitable, prendre toutes les précautions voulues pour garantir la bonne conservation de l'échantillon et empêcher la condensation de l'eau sur les parois intérieures du récipient.

Peser  $3 \pm 0.005$  g de l'échantillon préparé dans un système de pesage adapté à un bouchon approprié, au moyen du bouchon en caoutchouc muni de système de pesage contenant la prise d'essai.

Ajouter de l'acide sulfurique par l'autre extrémité restée ouverte, jusqu'à ce que le niveau d'acide atteigne une hauteur d'environ 2/3 de la chambre du butyromètre et que le système de pesage soit complètement entouré d'acide sulfurique.

Introduire le fromage dans l'appareil (dans le cas d'utilisation d'une feuille de cellophane, introduire le fromage avec la feuille). Fermer le col avec un gros bouchon. Retrouver le butyromètre et retirer le petit bouchon.

Placer le butyromètre, le col en bas, pendant 5 minutes, dans un bain d'eau à  $65\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (5.6). Le retirer du bain et l'agiter énergiquement pendant 10 secondes.

Répéter les opérations de chauffage et l'agitation jusqu'à dissolution complète des protéines, ce qui demande, en général, environ une heure, et les poursuivre ensuite pendant 15 minutes.

Retirer le butyromètre du bain d'eau et, après avoir soigneusement agité, ajouter 1 ml d'alcool amylique. Agiter à nouveau immédiatement pendant au moins 3 secondes.

Ajouter de l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait-repère 35% de l'échelle. Fermer immédiatement avec un petit bouchon et retourner le butyromètre. Recommencer deux fois les opérations de retournement et d'agitation.

Placer le butyromètre, col en bas, pendant 5 minutes dans le bain d'eau, le niveau d'eau étant maintenu au-dessus du sommet de la colonne de matière grasse contenue dans le butyromètre.

Retirer le butyromètre du bain d'eau, ajuster le bouchon du col de façon à amener la colonne de matière grasse dans la partie graduée, et centrifuger le butyromètre pendant 10 minutes. La lecture et l'expression des résultats s'effectuent de la même manière que pour la matière première.

#### **VII. Caractéristiques microbiologiques des produits finis (JORA, 1998) :**

Les produits laitiers sont très favorables au développement des microorganismes. Les germes recherchés sont les mêmes pour les produits finis que pour la matière première.

**VIII. Analyses sensorielles :**

Un profil sensoriel est l'analyse descriptive d'un échantillon par le panel (**Standard et ISO, 2003**).

Une fois la fabrication terminée, les fromages seront testés pour leurs caractéristiques. Elle se concentre sur les préférences des consommateurs et vise à comparer l'appréciation hédonique globale de différents fromages en se concentrant sur les sentiments individuels liés au plaisir ou au désagrément évoqué par l'aliment. Les dégustateurs étaient invités à utiliser une fiche de dégustation pour consigner leur appréciation des différents produits. Cette approche utilise des sujets naïfs qui n'ont pas pratiqué l'analyse sensorielle (**Fedala et al, 2020**).

La qualité sensorielle des produits préparés a été évaluée par un jury de dégustation composé de 21 personnes de sexes masculin et féminin; étudiants en graduation et en post-graduation de l'Institut National de Formation Professionnelle El Si Bougara de Khemis Miliana et de l'Université de Khemis Miliana, des ingénieurs de laboratoire de physico-chimie et microbiologie, des Chef d'atelier de la production du yaourt (produit laitier), Des employeurs de l'administration de la laiterie des Arib.

Les tests appliqués sur les fromages concernent l'aspect visuel, l'odeur, la texture et la flaveur. A l'aide d'une échelle de notation à 6 niveaux d'appréciation : absence=0, très faible=1, faible=2, acceptable=3, fort=4, très fort=5.

Lors de la dégustation, les consommateurs utilisent la grille méthodologique de dégustation (**ANNEXE V**) pour exprimer leur opinion sur notre produit. Les panélistes doivent être avisés d'éviter les produits à forte odeur tels que les savons, les lotions et les parfums avant de participer au test, et d'éviter de manger, de boire ou de fumer pendant au moins 30 minutes avant le test (**Kehal, 2013**).

## CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### I. Caractéristiques physico-chimiques des matières premières :

#### I.1. Lait cru :

La moyenne des résultats relatifs aux analyses physico-chimiques faite à quatre échantillons de lait cru est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau N°16 : Analyses physicochimiques du lait cru.**

Paramètres	Résultats	Norme (JORA, 1993)
pH	6.63	6.60 – 6.80
Acidité	16 °D	14 – 18 °D
EST	127 g/l	125 – 130 g/l
MG	35 g/l	28 – 38 g/l
Densité	1032	1028- 1034

#### I.1.1. pH et acidité titrable :

L'acidité est un paramètre qui détermine la qualité du lait cru. Le lait frais d'une vache a généralement un pH compris entre (6.60- 6.80), Nous constatons que le pH appartient à l'intervalle, qui caractérise un lait normal et stable, ceci peut être dû au climat des régions de collecte, d'un chariot de traite bien nettoyé ou il vient d'une vache de bonne santé, et bien nourrie.

Le pH ainsi que le gout du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages, du facteur génétique, de l'état sanitaire de l'animal et de la disponibilité de l'eau (**Gaddour et al, 2013**).

En ce qui concerne l'acidité titrable elle diffère d'un échantillon de lait à l'autre (**Amimour, 2020**), elle varie entre 14 et 18°D. Nous remarquons que la valeur de l'acidité titrable correspond aux normes, cela indique que le lait a été traité dans de bonnes conditions.

**I.1.2. Teneur en extrait sec total (EST) :**

La teneur en matière sèche était déterminée en séchant le lait entier à 105°C jusqu'à masse constante, le résultat s'exprime par pourcentage de poids frais (Miletić *et al*, 2014).

La teneur en matière sèche diffère d'un échantillon de lait à un autre (Amimour, 2020), elle varie entre 125 – 130 g/l. Le résultat obtenu (127 g/l) correspond aux normes JORA (1993), cette valeur se situe dans la fourchette des travaux menés sur le lait de vache (122 – 133g/l) (Amimour, 2020) et plus élevée que ceux rapportés par (Gaddour *et al*, 2013).

**I.1.3. Teneur en matière grasse :**

La teneur en matière grasse doit être comprise entre 28 et 38 g/l (JORA, 1993), nous constatons une valeur (35 g/l) appartenant à cet intervalle.

**I.1.4. Densité :**

La densité, est le paramètre le plus recherché en industrie car il permet la détection de fraudes.

Les valeurs des échantillons du lait varient entre 1028 – 1032. Dans notre étude, nous avons trouvé une valeur qui correspond à la norme, ceci indique que le lait n'est pas dilué. Le résultat de la densité est conforme à la réglementation algérienne JORA, (1993).

**I.2. Crème fraîche :**

Les résultats relatifs aux analyses physico-chimiques de l'échantillon de crème fraîche sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°17 : Analyses physico-chimiques de la crème fraîche.**

Paramètres	Résultats	Norme de JORA (1998)
Acidité	10 °D	9 – 12 °D
MG	37 g/l	35 –40 g/l

**I.2.1. Acidité :**

L'acidité de la crème fraîche varie entre 9 et 12°D, où l'on retrouve sa valeur dans l'intervalle qui correspond aux normes établies par l'unité d'ARIB, ce qui indique que la crème fraîche est dans un état normal et produite dans de bonnes conditions de fabrication.

**I.2.2. La teneur en matière grasse :**

La crème fraîche est obtenue à partir de lait frais, sa teneur en matière grasse varie entre 35 et 40 g/l (JORA, 1993). Nous avons trouvé la valeur de 37 g/l, ce qui peut s'expliquer par la bonne alimentation des vaches selon la période de lactation et le bon réglage de l'écrémeuse.

**I.3. Pâte de figue :**

Le taux d'extrait sec a été déterminé après séchage d'échantillon, nous constatons une valeur importante (697,7g/l) que ce qui indique que les figues sèches contiennent un faible pourcentage d'eau, et donc le pourcentage de la matière sèche totale est élevé. Cette augmentation peut être due au changement saisonnier (Gaddour et al, 2013).

**II. Caractéristiques microbiologiques des matières premières :**

**II.1. Lait cru :**

Les résultats des analyses microbiologiques du mélange des laits crus analysés en UFC/ml sont présentés dans le tableau N°18.

**Tableau N°18 : Analyses microbiologiques du lait cru.**

CT (Après 24 à 48h)		CF (Après 24 à 48h)		GT (Après 72h)		Salmonelle (Après 72h)	
3 x 10 <sup>3</sup>		4.10 <sup>3</sup>		2 x 10 <sup>6</sup>		Absence	
<b>limites microbiologiques (UFC/ml) selon la norme JORA (2017)</b>							
m	M	m	M	m	M	m	M
5.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>3</sup>	5.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>3</sup>	3.10 <sup>5</sup>	3.10 <sup>6</sup>	Absence dans les 25 ml	

Les résultats de l'analyse microbiologique mentionnés dans le tableau N°18 indiquent que le lait cru est de qualité microbiologique acceptable car les teneurs en coliformes totaux, coliformes fécaux et germes mésophiles totaux sont supérieurs à  $m$  et inférieurs à  $M$ .

**Hamama et El Mouktafi, (1990)** ont dénombré  $1,1 \cdot 10^4$  UFC/ml pour les coliformes totaux, contre  $1,8 \cdot 10^5$  UFC/ml pour les coliformes fécaux, alors que **Bachtarzi et al, (2015)** ont trouvé  $1,1 \cdot 10^4$  contre  $57,4 \cdot 10^4$  ufc/ml pour les mêmes germes recherchés.

L'absence des salmonelles dans le lait cru analysés s'explique par une bonne santé relative des vaches et l'absence d'infection des mamelles par ces germes.

Généralement la « bonne » qualité microbiologique d'un lait est le plus souvent estimée sur la base de deux critères. Le premier qui ne peut être contesté, se rapporte aux normes concernant les espèces pathogènes des germes *Salmonelles*. Le second concerne le niveau de la flore totale qui doit être le plus faible possible. En revanche, les conséquences du second (flore totale) doivent être réfléchies car des laits faiblement chargés en flore totale ont des capacités fromagères souvent médiocres. L'absence des pathogènes est probablement due à l'interaction des différentes flores dans le fromage vivant en symbiose et en complémentarité entre eux et à la présence d'antibactériens (**Fedala et al, 2020**). Dans tous les cas, il est recommandé de consommer ces laits après les avoir bouillis ou pasteurisés.

## II.2. Crème fraîche :

Le tableau N°19 regroupe les résultats de l'analyse microbiologique effectuée sur la crème fraîche non pasteurisée. Les résultats montrent la valeur de  $10^2$  pour les coliformes fécaux et l'absence des salmonelles. Ces résultats ont décelé la conformité de la crème fraîche élaborée aux normes décrites dans le journal officiel de la république algérienne n° 35/ 1998.

**Tableau N°19** : Résultat de des analyses microbiologiques de la crème fraiche

CF (Après 24 à 48h)	Salmonelle (Après 72h)	
		
10 <sup>2</sup>	Absence	Absence
<b>limites microbiologiques</b> (ufc (1)/g ou ufc/ml) selon la norme JORA (1998)		
10 <sup>2</sup>	Absence	

**II.3. Pate figue :**

Les résultats de l’analyse microbiologique effectuée sur la pâte de figue (tableau N°20) ont montré la présence de 10<sup>3</sup>ufc/g aussi bien pour les coliformes totaux que fécaux et absence des germes aérobies totaux et des salmonelles.

**Tableau N°20** : Analyses microbiologiques de la pâte de figues.

CF (Après 24 à 48h)	Salmonelle (Après 72h)
	
10 <sup>3</sup>	absence
Norme internationale in Al Askari et al, 2012	
10 <sup>3</sup>	Absence dans 25 g

Le résultat obtenu montre que la charge en coliformes fécaux (10<sup>3</sup>ufc/g) dans l’échantillon étudié, permet de dire que la qualité microbiologique des figues est acceptable.

Les *Coliformes* sont habituellement utilisés comme un indicateur de l’hygiène de préparation d’aliments (Al Askari et al, 2012). Les charges moyennes en coliforme totaux et fécaux d’échantillon de la pâte de figue sont conformes à la norme, ce qui confirme le respect des conditions d’hygiène au cours de séchage et de préparation du produit.

Plus sérieusement, la présence ou la croissance des micro-organismes infectieux ou toxigènes (d'origine alimentaire pathogène) représentent les formes de détérioration de la qualité, parce qu'ils menacent la santé du consommateur (**Al Askari et al, 2012**).

La méthode de préparation traditionnelle, les conditions de transports et la contamination par les mains des vendeurs ou des acheteurs au cours de l'exposition du produit sont d'autres facteurs responsables de l'augmentation la charge microbienne.

Dans le cas des micro-organismes « Salmonella », l'absence du micro-organisme signifie que le résultat de critère microbiologique satisfaisant, ils révèlent la conformité de la pâte figue élaborée aux normes décrites dans le journal officiel de la république algérienne n° 39/ 2017.

### III. Caractéristiques physico-chimiques du produit fini :

#### III.1. Évolution du pH :

D'après les résultats obtenus, il apparaît que le pH augmente lorsque la concentration de figes dans le fromage augmente et diminue légèrement au fil des jours lors de la conservation.

Au 1<sup>er</sup> jour, les valeurs du pH des différents essais de fromage sont comprises entre 4,79 et 4,83 comparativement avec le produit de référence qui a un pH égale à 4,78, on peut dire donc que les valeurs de pH obtenus sont conformes aux exigences de la réglementation Algérienne (**JORA, 1993**).

Au 7<sup>ème</sup> jour, une légère diminution de pH a été observée pour tous les essais, cette diminution s'est poursuivie jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour (4.73 pour le fromage contenant la plus faible quantité de pâte de figes, et 4.78 pour le fromage qui contient la plus grande concentration en figes) mais qui reste conforme à la réglementation algérienne qui estime un intervalle compris 4,70 – 4,85 (**JORA, 1993**).

La diminution du pH, se traduit par la production d'acide lactique pendant la fermentation par les bactéries lactiques. En comparant ces valeurs, nous avons constaté que les valeurs sont légèrement élevées que celles de J'ben analysé par **Rhiat et al (2011)**, qui témoigne de la présence d'une fermentation lactique active.

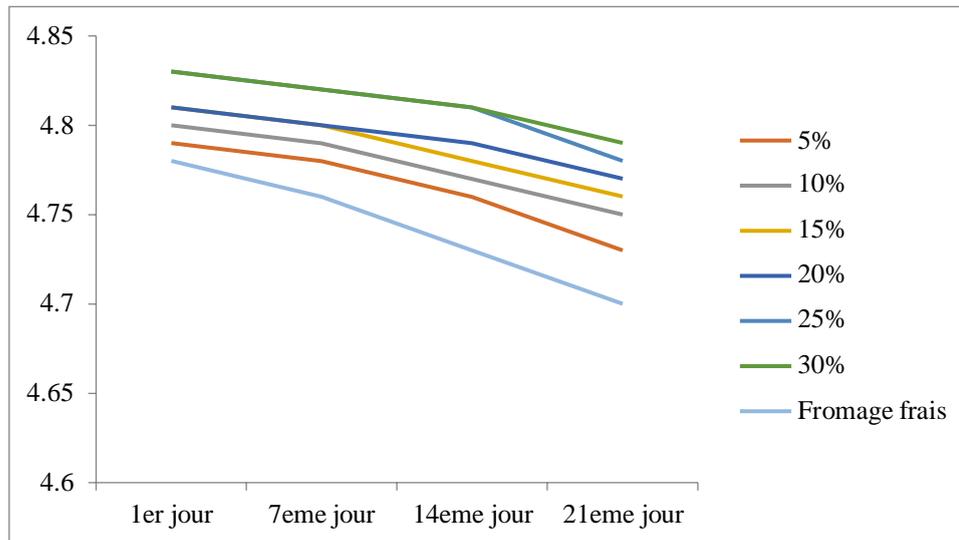


Figure N°14 : Evolution du pH du produit fini au cours de la conservation.

**II.2. Teneur en extrait sec total :**

Les teneurs en matière sèche (au premier et à 21 jours de conservation) des fromages formulés, ainsi que du fromage de référence sont présentés dans la figure suivante.

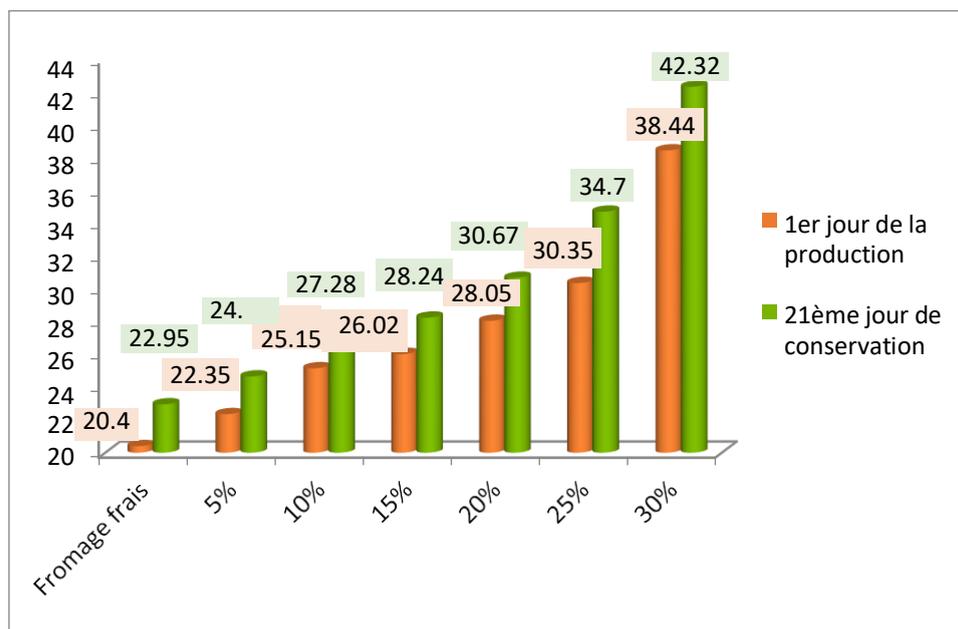


Figure N°16 : Teneur en extrait sec total au 1<sup>er</sup> et 21<sup>ème</sup> jour de conservation.

Le résultat obtenu indique qu’il y a une augmentation de la teneur en extrait sec total favorisée par l’ajout de pâte de figes (à raison de 5, 10, 15, 20, 25, et 30 %) dans le fromage frais. Les résultats retrouvés concordent avec ceux rapportées par **Fedala et al, (2020)** qui ont trouvé 35% d’EST, dans le fromage frais enrichi en dattes.

Toutefois, L’EST du fromage doit être compris entre 20 et 21 g/100g (**JORA, 1993**). Par comparaison au fromage frais, on remarque qu’il y a une augmentation, cette dernière est due à l’ajout de la pâte de figes qui contiennent une grande proportion en fibres, matière minérale, matière organique.

Ainsi, plus on ajoute de la pâte de figes à des proportions importantes, plus le pourcentage de matière sèche va être élevé.

**IV. Caractéristiques microbiologiques des produits finis :**

Le résultat de l’analyse microbiologique des fromages formulés et produit de référence sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°21 :** Caractéristiques microbiologiques des fromages formulés et produit de référence au 21<sup>ème</sup> jour de conservation.

Essais	Résultat		
	CT	CF	Salmonelle
	Après 48h	Après 48h	Après 72h
<b>5%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>10%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>15%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>20%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>25%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>30%</b>	Absence	Absence	Absence
<b>Fromage frais</b>	10	Absence	Absence
<b>Limites microbiologiques (ufc /g) (JORA, 1998)</b>	10	1	absence

Le contrôle microbiologique effectué sur les essais de fromages frais enrichi à la pâte de figues après 21 jours de conservation à 4°C, indique l'absence totale de tous les germes recherchés (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, *Salmonella spp*). Cependant nous avons dénombré 10<sup>4</sup>cfu/g de coliformes totaux, avec absence de coliformes fécaux et de salmonelles. Ces résultats sont conformes aux exigences de la réglementation Algérienne (**JORA, 1998**).

L'absence de ces germes dans ce produit est la conséquence de l'utilisation de matières premières de bonne qualité microbiologique et de respect des règles de l'hygiène durant les étapes de préparations du fromage. Les fromages formulés présentent une qualité microbiologique satisfaisante.

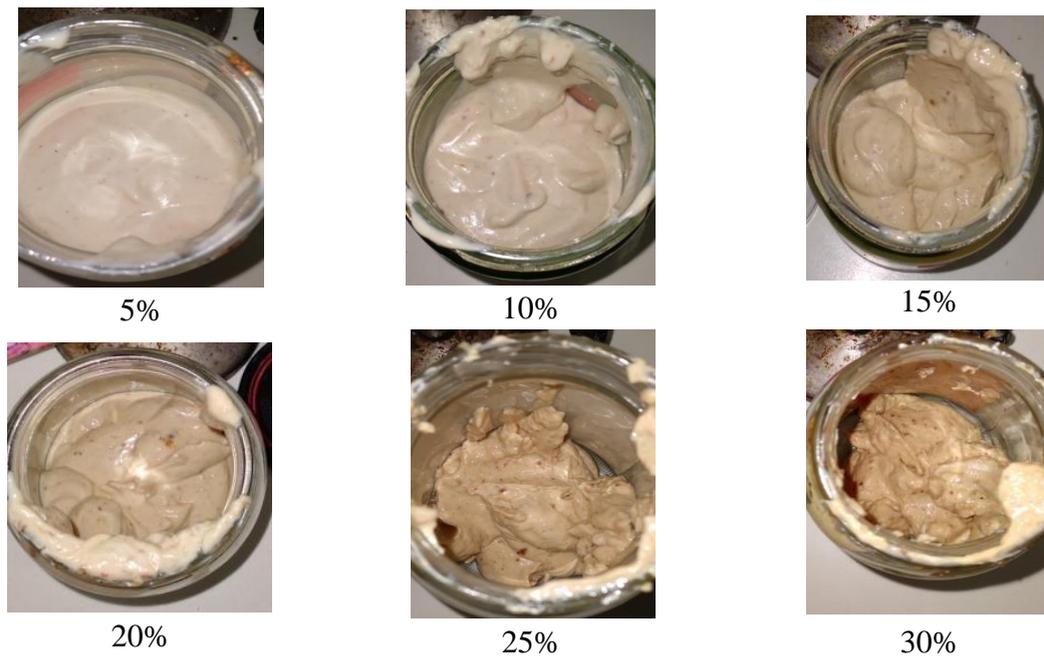
Nous pouvons conclure que la bonne qualité microbiologique du produit fini est due à la bonne qualité microbiologique de la matière première utilisée et de respect des règles de l'hygiène durant les opérations de préparation du fromage ainsi qu'aux bonnes conditions de conservation.

#### **V. Analyse sensorielle :**

En industrie fromagère, la perception sensorielle constitue un élément important de la détermination de la qualité des fromages (**Amimour, 2020**). Les produits sont régulièrement évalués par une grille panel d'experts entraînés afin de vérifier leur acceptabilité par les consommateurs.

En effet, il est délicat de substituer complètement l'analyse sensorielle du produit par des analyses instrumentales. L'évaluation sensorielle porte principalement sur l'apparence du produit (couleur, degré de synérèse), sa texture à la cuillère et en bouche, l'odeur et l'arôme qu'il dégage, ainsi que son goût. L'accroissement éventuel de l'acidité lors du stockage (post-acidification) est également vérifié (**Béal et helinck, 2019**).

Les photographies des essais de fromage frais contenant différentes concentrations en pâte de figues (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%) sont données dans la figure suivante.

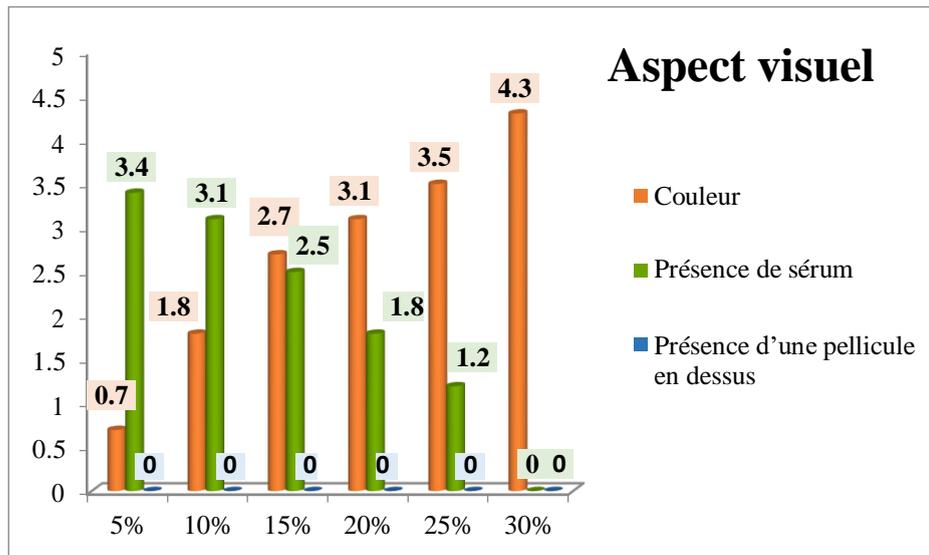


**Figure N°16 :** Fromages frais enrichi en figues.

Les résultats des analyses sensorielles sont représentés graphiquement par des histogrammes pour chaque concentration. Il permet de mettre en évidence des données autour de valeurs de référence.

### **V.1. Aspect visuel :**

La couleur des fromages (Figure N°17) est claire à la concentration de 5% en pâte de figues, l'intensité de la couleur devient plus importante pour les plus grandes concentrations en pâte de figues (elle est acceptable dans les concentrations 10% et 15% et foncé dans les concentrations 20% et 25%) jusqu'elle devienne trop foncée à la concentration 30%.



**Figure N°17 :** Aspect visuel des fromages formulés.

Le sérum est présent (3,4) dans le fromage à 5% de pâte de figes, et diminue lors de l'augmentation des concentrations. Le fromage à 30% de pâte de figes contient la plus faible quantité de lactosérum.

Cependant tous les fromages formulés sont caractérisés par l'absence de pellicule à la surface. Par contre, la majorité des fromages étudiés par **Amimour (2020)** se caractérisent par une croûte lisse, régulière et de couleur blanc crème.

## V.2. Odeur :

Pour les concentrations faibles (5 % et 10 %) en pâte de figes, les fromages présentent l'odeur dominante de la pâte fraîche avec une très faible odeur de la fige et une absence d'odeur de l'huile d'olive. Alors que pour la concentration de 15 % de pâte de figes les fromages, ont un équilibre entre les odeurs de la pâte fraîche (3.1) et la fige(2.9) avec une odeur de l'huile d'olive presque existante (0.2).

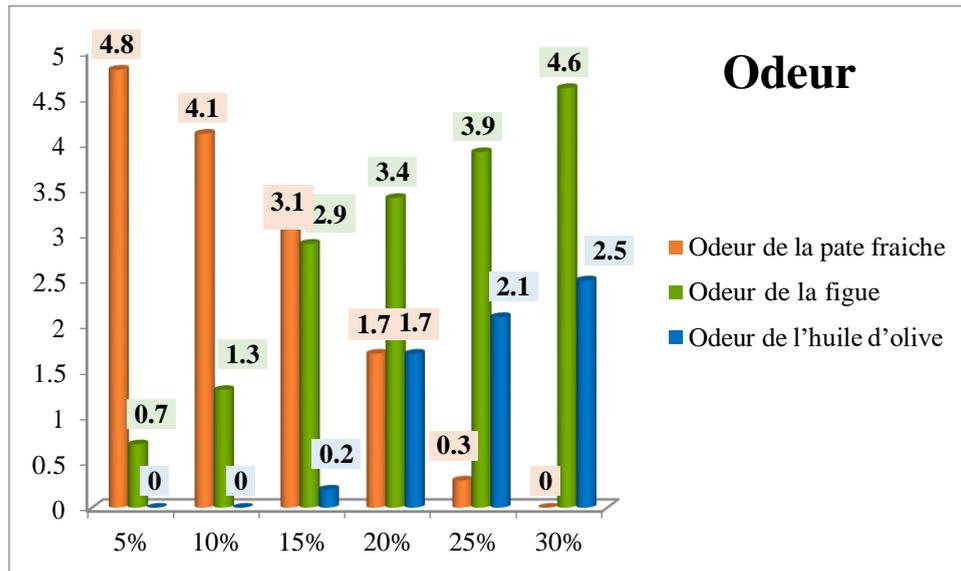


Figure N°18 : Odeur des fromages formulés.

Par contre, pour le fromage qui est fait avec 20 % de pâte de figue, il présente un équilibre de faible odeur entre celle de la pâte fraîche (1.7) et de l'huile d'olive (1.7) avec une odeur dominante de la figue.

Pour les concentrations plus importantes en pâte de figues 25 % et 30 %, les fromages se caractérisent par l'odeur dominante de la figue avec une faible odeur de l'huile d'olive, par contre l'odeur de la pâte fraîche n'a pas été décelée.

Par comparaison, l'odeur de la majorité des fromages, étudiés par **Amimour (2020)**, a pris les caractéristiques lactiques et celle de la minorité d'eux est végétale.

### V.3. Texture :

Pour les fromages contenant les concentrations de 5 %, 10% et 15%, la cuillère s'enfonce dans le produit sans aucun effort. Par contre, dans les fromages dont les concentrations en pâte de figues sont de 20% et 25%, la cuillère s'enfonce avec un très faible effort jusqu'il devient faible dans la concentration 30%. Par comparaison, la texture des fromages contrôlés, étudiés par **Amimour (2020)**, est notée ferme, homogène et de couleur blanc crème.

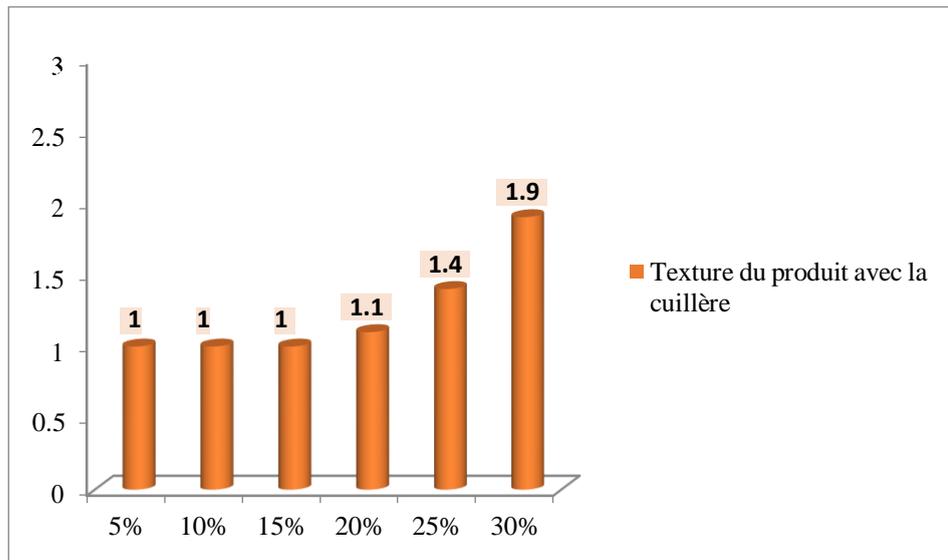


Figure N°19 : Texture testée à la cuillère.

V.4. Flaveur :

Pour les fromages dont les concentrations en pâte de figes est de 5%, 10% et 15%, il y a une absence du sure avec une diminution de la salinité de faible à très faible note 2,3 ; 1,7 ; 1,1 respectivement.

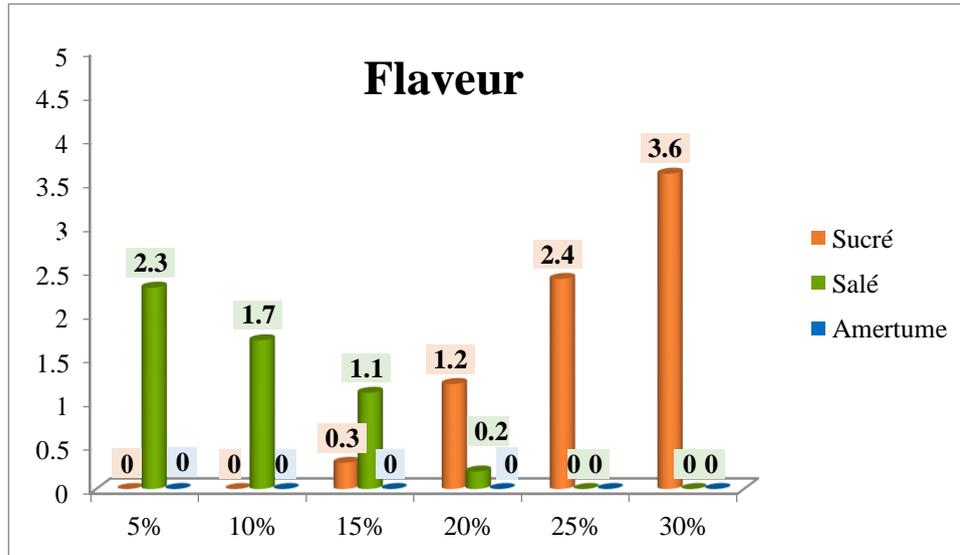


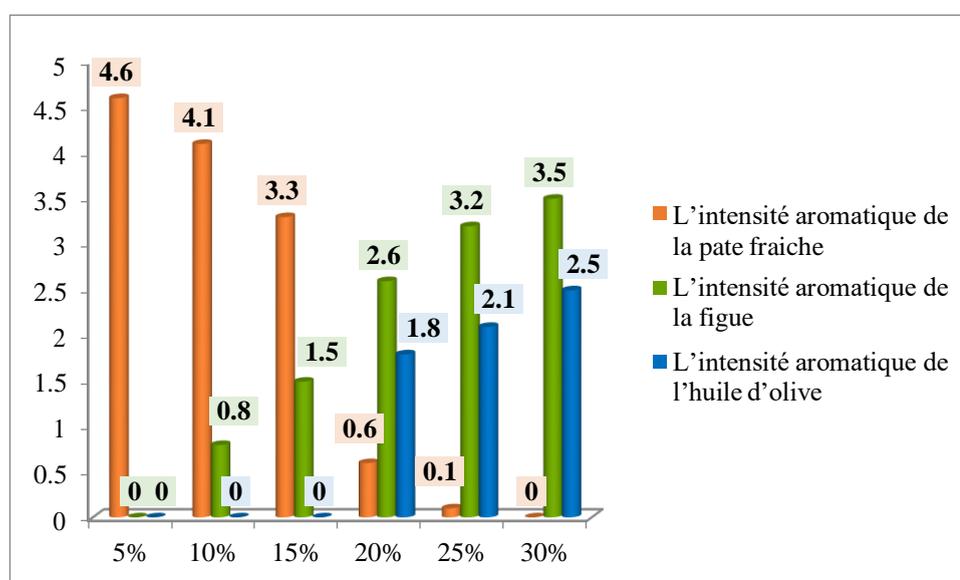
Figure N°20 : Flaveur des fromages formulés

Par contre, dans les concentrations 20%, 25% et 30%, il y a une augmentation du goût sucré de très faible à acceptable, la flaveur salée n'a pas été décelée. Avec une absence totale de la flaveur amère dans tous les fromages.

Les dégustateurs ont montré une saveur acide pour certains fromages, étudiés par **Amimour (2020)**, et des défauts d'amertume dans d'autre fromage. Les fromages étudiés par le même auteur se caractérisent par une sensation douce et acré.

### V.5. Arôme :

Les fromages dont la concentration en pâte de figues est de 5%, 10% et 15%, l'intensité aromatique dominante est celle de la pâte fraîche par des arômes forts et acceptable avec une absence et des très faibles intensités aromatiques de la figue et est une absence totale d'intensité aromatique de l'huile d'olive.



**Figure N°21** : Intensité aromatique des fromages formulés.

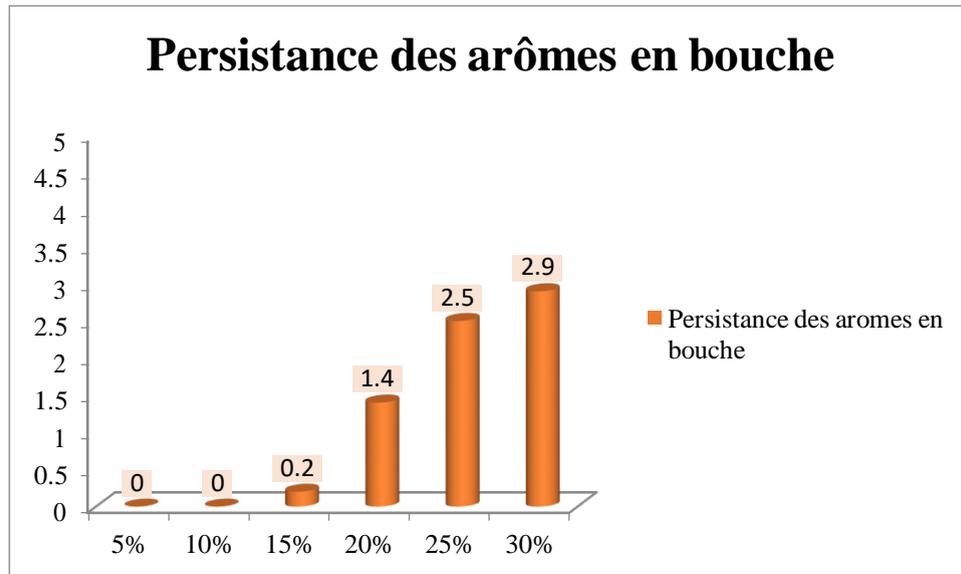
Par contre, dans la concentration 20%, il y a un équilibre d'intensité aromatique de la pâte fraîche et de la figue et l'huile d'olive (faible arôme).

Pour les fromages aux concentrations 25% et 30%, l'intensité aromatique dominante est celle de la figue (arôme acceptable) avec celle de l'huile d'olive (faible arôme) et une absence d'intensité aromatique.

Selon **Fadala et al (2020)**, l'acétaldéhyde est le composé majeur auquel est attribuée la note aromatique des dattes. Et selon **Amimour (2020)**, un arôme lactique a été apprécié dans la majorité des fromages et un arôme végétal dans les minorités des fromages.

### V.6. Persistance des arômes en bouche :

Dans les concentrations 5%, 10% et 15%, il y a une absence d'arrière-goût. Ensuite y a une augmentation d'arrière-goût du très faible à faible dans les concentrations 20%, 25% et 30%.



**Figure N°22 :** Persistance des arômes en bouche des fromages formulés.

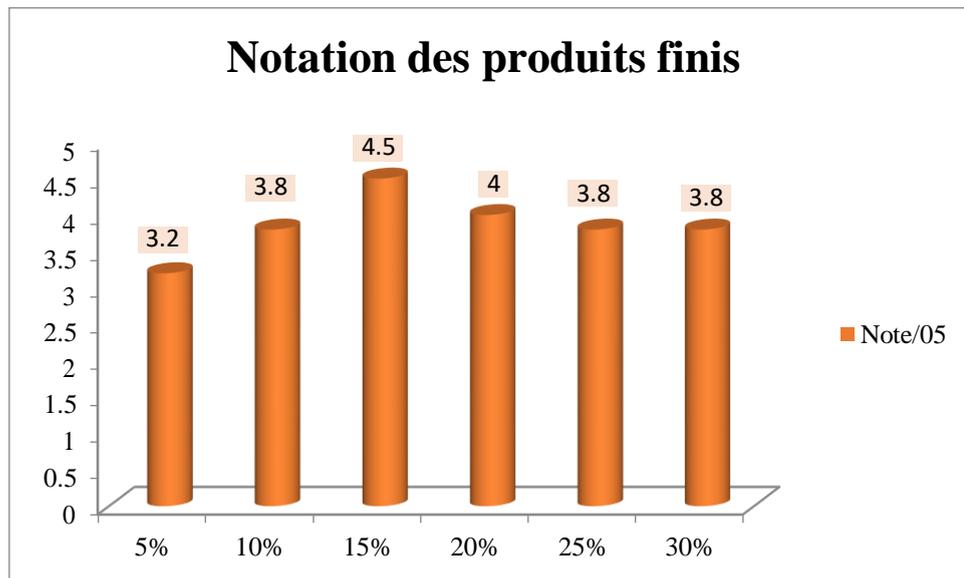
Par contre, l'analyse sensorielle faite par **Fedala et al (2020)**, révèle la présence des arômes de datte en bouche, caractère apprécié par les dégustateurs.

### V.7. Notation du produit fini :

D'un point de vue sensoriel, la concentration de 5% a pris la première place avec une note quasi excellente dans le classement donné par les dégustateurs. Ensuite, la concentration de 20 % est arrivée en deuxième position, et les concentrations de 10 %, 25 % et 30 % sont arrivés en troisième position, avec de très bonnes notes. Enfin, la concentration de 5 %.

Au total, aucune proportion des fromages présentés aux dégustateurs n'a été jugée de mauvaise qualité organoleptique.

Le fromage frais est de couleur blanche, présente un aspect lisse, une texture crémeuse avec une consistance moyenne, non friable avec une odeur caractéristique et lactique (**Mahieddine et al, 2017**).



**Figure N°23 :** Notation des fromages formulés.

Par contre, nos fromages frais enrichi aux figues à différentes concentrations sont de couleur blanc cassé, deviennent progressivement beige foncé lors de l'augmentation des concentrations, présentent un aspect lisse, une texture crémeuse avec une consistance moyenne, non friable avec différentes odeurs distinctives qui varient avec les concentrations.

## **CONCLUSION**

Notre étude a portée sur la valorisation de figues à travers l'élaboration du fromage frais. Des travaux antérieurs ont révélé que les figues sèches contiennent des proportions importantes de protéines et plusieurs composés bioactifs. Cela permet de supposer que les proportions dans lesquelles ils ont été formulés ont nécessairement de meilleures propriétés nutritionnelles par rapport au fromage frais (produit de référence).

Les analyses physico-chimiques lors de la conservation ont montré que les valeurs de pH ont connus une diminution au bout de 21 jours de conservation, dû à l'activité acidifiante des ferments lactiques mésophiles ces valeurs sont tout de même en accord avec les exigences de la réglementation en vigueur, tandis que l'extrait sec total est caractérisé par une augmentation assurée par l'incorporation de la figue. Concernant les analyses microbiologiques du fromage frais au cours de la conservation, les résultats obtenus montrent l'absence totale de la flore pathogène Salmonelles et de Coliformes totaux et fécaux ce qui permet de dire que la qualité microbiologique est satisfaisante. Ce la vient du respect des règles de l'hygiène durant les la préparation de ce fromage ainsi qu'aux bonnes conditions de conservation et des normes préconisées pour la fabrication de ce dernier.

De ce fait, l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques (pH et matière sèche totale) et sensorielles (croûte, texture, odeur, arôme, saveur et d'autres) ont montré que les fromages frais formulés ont été acceptés par le jury de dégustation.

## Références bibliographiques

- Abdoune Née Ouali, S., et Mati, M. (2003).** *Qualité de fromage à pâte molle type camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda* (Mémoire de magister en science alimentaire, Constantine: Université Mentouri Constantine, 88 p).
- Agricole, F. (2009).** Traite des vaches laitières: matériel, installation, entretien. *Institut de l'Elevage*.
- Al Askari, G., Kahouadji, A., Khedid, K., Charof, R., & Mennane, Z. (2012).** Caractérisations physico-chimique et microbiologique de la figue sèche prélevée des marchés de Rabat-Salé, Temara et Casablanca. *Les technologies de laboratoire*, 7(26).
- Alileche Khoukha (2021),** *Contribution à l'étude des mécanismes de transfert de matière entre les figues sèches et l'huile d'olive en mélange: caractérisation et évaluation des intérêts nutritionnels et thérapeutiques* (Doctoral dissertation, Université Blida1-Saad Dahlab).
- AMIMOUR, M. (2020) :** *Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (jben et klila)* (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).
- Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., & Simpson, R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et technologie du lait*, 1-74.
- Béal, C., & Helinck, S. (2019).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés.
- Bendimerad Nahida (2013),** Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type « Jben ». Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- Benettayeb Zin-Eddine (2018),** *Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (Ficus carica L.) d'Algérie*. Thèse de doctorat. Université Mohamed Boudiaf, Oran.
- Benkerroum N. & Mekkaoui M. & Bennani N. & Hidane K. (2004).** Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of Escherichia coli and Listeria monocytogenes. *International Journal of Dairy Technology*, 57(1), 39-43.
- Cauty, I., & Perreau, J.-M. (2003).** *La conduite du troupeau laitier*: Editions France Agricole.
- Cesbron-Lavau, E., Lubrano-Lavadera, A. S., Braesco, V., & Deschamps, E. (2017).** Fromages blancs, petits-suisses et laits fermentés riches en protéines. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52(1), 33-40.

- Chaturvedi, P. K., Bhui, K., & Shukla, Y. (2008).** Lupeol: Connotations for chemoprevention. *Cancer Letters*, 263(1), 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.01.047>
- Chawla, A., Kaur, R., & Sharma, A. K. (2012).** *Ficus carica* Linn: A review on its pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 1(4), 215-232.
- Corrieu, G., et Luquet, F. M. (2008).** *Bactéries lactiques*. Tec et doc.
- Cuq, J. (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. *Université de Montpellier*. pp, 20-25.
- DE, G. D. E. D. M., et DE, R. C. E. (2009).** (DE Groupe D'Etude Des Marches et DE Restauration Collective Et DE Nutrition). LAITS ET PRODUITS LAITIERS. 47p.
- Debry, G. (2001).** *Lait, nutrition et santé*: Technique et documentation-Lavoisier.
- Eck, A., et Gillis, J. C. (2006).** Le fromage. 3eme edition: Tec et Doc. *Lavoisier. Paris*. 891p.
- Eck, A., et Gillis, J. C. (Eds.). (1997).** *Le fromage: de la science à l'assurance-qualité*. ICON Group International.
- Eidi, A., Moghadam-Kia, S., Moghadam, J. Z., Eidi, M., & Rezazadeh, S. (2012).** Antinociceptive and anti-inflammatory effects of olive oil (*Olea europaea L.*) in mice. *Pharmaceutical biology*, 50(3), 332-337.
- El Bouzidi, S. (2002).** Le figuier : histoire, rituel et symbolisme en Afrique du Nord. *Dialogues d'histoire ancienne*, 28(2), 103-120.
- FAO (2013).** Passerelle sur la production laitière et les produits laitiers <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/la-composition-du-lait/fr/>
- FAO. (1995).** *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine* (Vol. 28): Food & Agriculture Org.
- Fedala, N., Mokhtari, M., et Mekimene, L. (2020).** Contribution à la valorisation des dattes (Deglet-Nour) dans la fabrication du fromage de chèvre.
- Flaishman, M. A., Rodov, V., & Stover, E. (2008).** The fig : botany, horticulture, and breeding. *Horticultural Reviews*, 34, 113-197.
- Fredot, E. (2012).** *Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*: Éditions Tec & doc Paris.
- Gaddour, A., Najari, S., Abdennebi, M., Arroum, S., et Assadi, M. (2013).** Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes A*, 108, 151-154.

- Gamero, J. L. (2002).** Production de figues: perspectives pour la commercialisation des figues sèches. *Potentialités et perspectives de développement de la figue sèche au Maroc*, 52-56.
- Gassi, J.-Y., Famelart, M.-H., & Lopez, C. (2008).** Heat treatment of cream affects the physicochemical properties of sweet buttermilk. *Dairy science & technology*, 88(3), 369-385.
- Gaucheron, F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier: P.
- Gilani, A. H., Mehmood, M. H., Janbaz, K. H., Khan, A.-u., et Saeed, S. A. (2008).** Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of *Ficus carica*. *Journal of ethnopharmacology*, 119(1), 1-5.
- GOUDEDRANCHE, H., CAMIER-CAUDRON, B., GASSI, J. Y., et SCHUCK, P. (2001).** Procédés de transformation fromagère (partie 1). *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, 3(F6305), F6305-1.
- Guiraud, J. (2003).** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. *Microbiologie alimentaire. Edition: Dunod, Paris. 651p.*
- Haesslein D. et Oreiller S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Filière Nutrition et diététique. Haute école de santé Genève.
- Ilboudo, A. J., Savadogo, A., Seydi, M. G., et Traore, A. S. (2012).** Place de la matière azotée dans le mécanisme de la coagulation présure du lait. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 6075-6087.
- Jeanet, R., Croguennec, T., Schuck, P., et Brule, G. (2007).** *Sciences des Aliments 2-Technologie des Produits Alimentaires* (pp. 456-p). Tec & Doc Lavoisier.
- Jeddi, L. (2009).** Valorisation des figues de Taounate: potentiel, mode et stratégie proposé. *Rapport DPA de Taounate : Industries Agricoles et Alimentaires.*
- JORA n° 69 du 7/10/1993.** Lait cru conforme.
- Journal Officiel de la République Algérienne N°35 du 27 Mai 1998.** Aouel Safar 1419.
- Journal Officiel de la République Algérienne N°39 du 8 Chaoual 1438.** 2 juillet 2017.
- Kamiloglu, S., & Capanoglu, E. (2015).** Polyphenol Content in Figs (*Ficus carica L.*): Effect of Sun-Drying. *International Journal of Food Properties*, 18(3), 521 – 535. doi: 10.1080/10942912.2013.833522
- Kehal, F. (2013).** Utilisation de l'huile essentielle de Citrus limon comme agent conservateur et aromatique dans la crème fraîche.
- Khoualdi, G., et Zidoune, M. N. (2017).** *Caractérisation du fromage traditionnel algérien* (Mémoire de magister, Université des Frères Mentouri Constantine 1).
- Lapointe-Vignola, C. (2002).** *Science et technologie du lait: transformation du lait:* Presses inter Polytechnique.
- Leseur, R., et Melik, N. (1999).** Lait de consommation In LUQUEE FM. *Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 5, 637.*

- Leveau, J. Y., et Bouix, M. (1993).** Microbiologie industrielle: les micro-organismes d'interet industriel. Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p 612.
- Mahaut, M., Jeantet, R., et Brulé, G. (2000).** *Initiation à la technologie fromagère.* Editions Tec & Doc.
- Mahieddine, B., Feknous, N., Farah, M., Dalichaouche, N., Ines, F., Lynda, T., ... et Redouane, Z. (2017).** Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products*, 5(2), 492-506.
- Mahmoudi Souhila (2018),** Etude physico-chimique et caractérisation technobiologique de quelques variétés de figes algériennes (*Ficus carica L.*). Thèse de doctorat. Université Saâd Dahleb, Blida 1.
- Mat Desa, W. N., Mohammad, M., et Fudholi, A. (2019).** Review of drying technology of fig. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 93 – 103. doi : <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.018>
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N., et Boukhris, R. (2017).** Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11).
- Mathieu, J. (1998).** *Initiation à la physicochimie du lait:* Lavoisier Tec & Doc.
- Mekhaneg, B. (2020).** *Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation.*
- Meunier-Goddik, L. (2004).** Fromage Frais. *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-*, 183-194.
- Miletić, N. E. M. A. N. J. A., Popović, B. R. A. N. K. O., Mitrović, O. L. G. A., Kandić, M. I. O. D. R. A. G., & Lepsavić, A. L. E. K. S. A. N. D. A. R. (2014).** Phenolic compounds and antioxidant capacity of dried and candied fruits commonly consumed in Serbia. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(4), 360-368.
- NA 1933 – 1994,** Fromages – Détermination de la teneur en matière grasse – Méthode acido – butyrométrique de VAN GULIK.
- NA 678-1994,** Norme Algérienne identique à la norme Internationale NF V04-204. Le comité technique national n°46 « Lait et produit laitiers » l'a adoptée comme norme Algérienne sans modification.
- Norme ISO 4832 :** Recherche des coliformes dans les produits alimentaires.
- Norme ISO 4833 :** Recherche des germes aérobies à 30°C dans les produits alimentaires.
- Norme ISO 6579-2002 :** Recherche de *Salmonelle sp* dans les produits alimentaires.
- Norme NF B 35-521,** « lait – Verrerie de laboratoire – Butyromètres à lait ».
- Norme NF B 35-523,** « Verrerie de laboratoire – Pipette à lait de 11 ml ».

- Norme NF V 04-203**, « Préparation de l'échantillon pour essai en vue de l'analyse physique et chimique ».
- Norme NF V 04-210**, Norme française homologuée par décision du directeur Général de l'afnor le 20 novembre 1990 pour prendre effet le 20 décembre 1990.
- Norme NF V 04-286**, Fromages et fromages fondus – Détermination de la teneur en matière grasse.
- Ouadghiri, M. (2009)**. Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine.
- OUELLETTE, D. (2004)**. *Du bon lait pour du bon fromage*. Paper presented at the Conférence: symposium sur les bovins laitiers.
- Pougheon, S. (2001)**. *Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières*.
- Rheotest, M. (2010)**. Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK—Produits alimentaires et aromatisants [http://www.rheoest.de/download/nahrungs\\_fr.pdf](http://www.rheoest.de/download/nahrungs_fr.pdf). REUMONT P.,(2009): Licencié.
- Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Aouane, M., Chbab, Y., Mennane, Z., & Ouhssine, M. (2011)**. Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(3).
- Roger, J.P. (2002)**. “La conduite du figuier *Ficus carica L.* famille des moracées genre *Ficus*”, Actes de la journée figuier : *Potentialités et perspectives de développement de la figue sèche au Maroc, Meknès*, 32-41.
- Saleem, M. (2009)**. Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*, 285(2), 109-115.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., & Veberic, R. (2011)**. Effect of Drying of Figs (*Ficus carica L.*) on the Contents of Sugars, Organic Acids, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11696-11702. doi : 10.1021/jf202707y
- Standard, B., et ISO, B. (2003)**. Analyse sensorielle—Méthodologie—Conseils généraux pour établir un profil sensoriel.
- Thapon, J. L. (2005)**. Science et technologie du lait. *Agrocampus-Rennes, France*, 14, 77.
- Tozanli, Jemaïel Hassaïnya et Martine Padilla S. (2007)**. *Lait et produits laitiers en Méditerranée: des filières en pleine restructuration*. KARTHALA Editions.
- Vierling, E. (1998)**. Aliments et boissons filières et produits biosciences. *Edition. Dion. Paris*. 278p.

- Vierling, E. (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition DOIN éditeurs.  
*Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine.*
- Vignola, C. L. (2002).** Science et technologie du lait: Transformation du lait–Montréal:  
Presse internationale polytechnique 600p.
- Vilain, A.-C. (2010).** Qu'est-ce que le lait? *Revue française d'allergologie*, 50(3), 124-127.
- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmuller, K. (2008).** Cheese in nutrition and health. *Dairy Sci Technol* 88: 389-405.
- Yobouet, B. (2016).** *Contamination du lait cru et de l'attiéké vendus sur les marchés informels à Abidjan (Côte d'Ivoire) par le groupe Bacillus cereus et analyse des risques.* Université Nangui Abrogoua.

➤ **ANNEXE I : Incorporation de la pâte de figue.**

Après l'addition de la crème fraîche, on commence l'incorporation de la pâte de figue au fromage frais par les étapes suivantes :

\* Avec un chiffon et un coton, on commence par le nettoyage par l'alcool la payasse de travail et les matériels qu'on va utiliser lors de l'incorporation,



**Figure N°24 :** Le nettoyage de la payasse de travail et les matériels utiliser.

➤ **La concentration 5% :**

Ajouter 05 g dans 95 g de fromage frais (05 %),



**Figure N°25 :** Préparation de la concentration 5%.

➤ **La concentration 10% :**

Ajouter 10 g dans 90 g de fromage frais (10 %).



**Figure N°26 :** Préparation de la concentration 10%.

➤ **La concentration 15% :**

Ajouter 15 g dans 85 g de fromage frais (15 %).



**Figure N°27 :** Préparation de la concentration 15%.

➤ **La concentration 20% :**

Ajouter 20 g dans 80 g de fromage frais (20 %).



**Figure N°28 :** Préparation de la concentration 20%.

➤ **La concentration 25% :**

Ajouter 25 g dans 75 g de fromage frais (25 %).



**Figure N°29 :** Préparation de la concentration 25%.

➤ **La concentration 30% :**

Ajouter 30 g dans 70 g de fromage frais (30 %).



**Figure N°30 :** Préparation de la concentration 30%.

\* Sans oublier l'ajoute d'un gram de sel avant ou durant le mélange dans tous les concentrations pour casser le gout sucré de la figue.

➤ ANNEXE I : Appareillage et verreries.



Mélangeur



Bain marie



Balance analytique électrique



Acidimètre Dornic



Pipette graduée de 10ml



Autoclave



Bec benzène

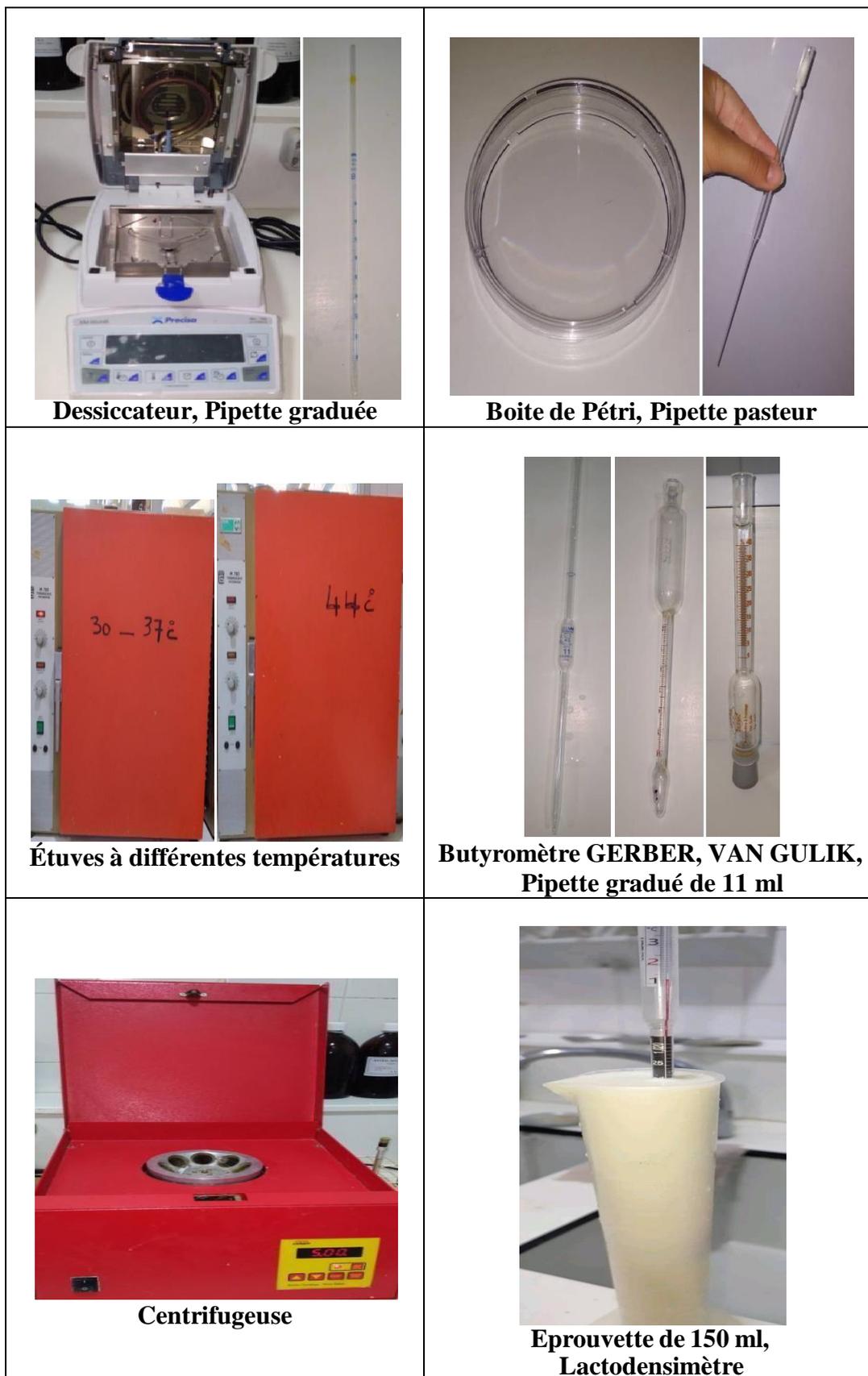
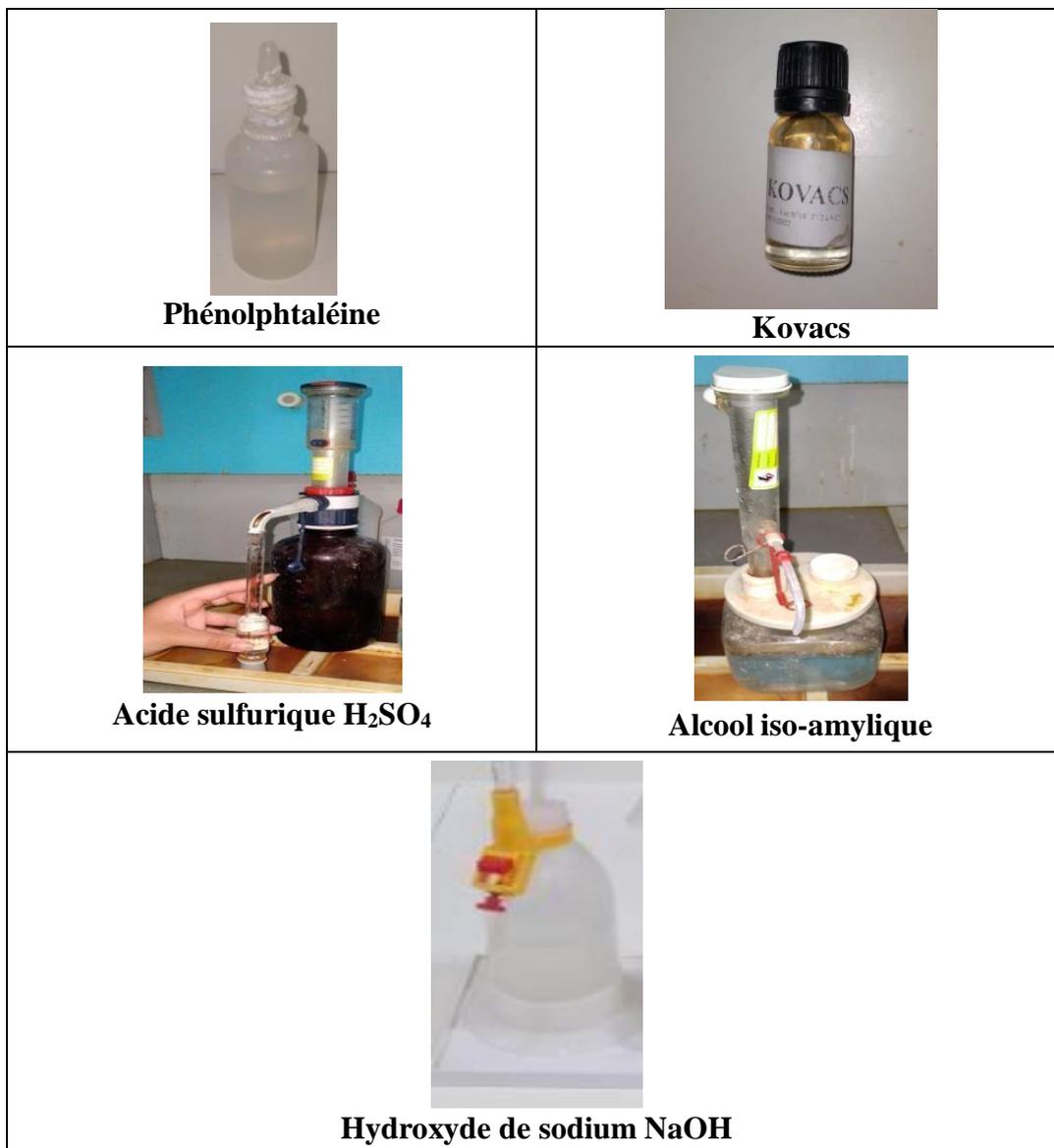


Figure N°31 : Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques.

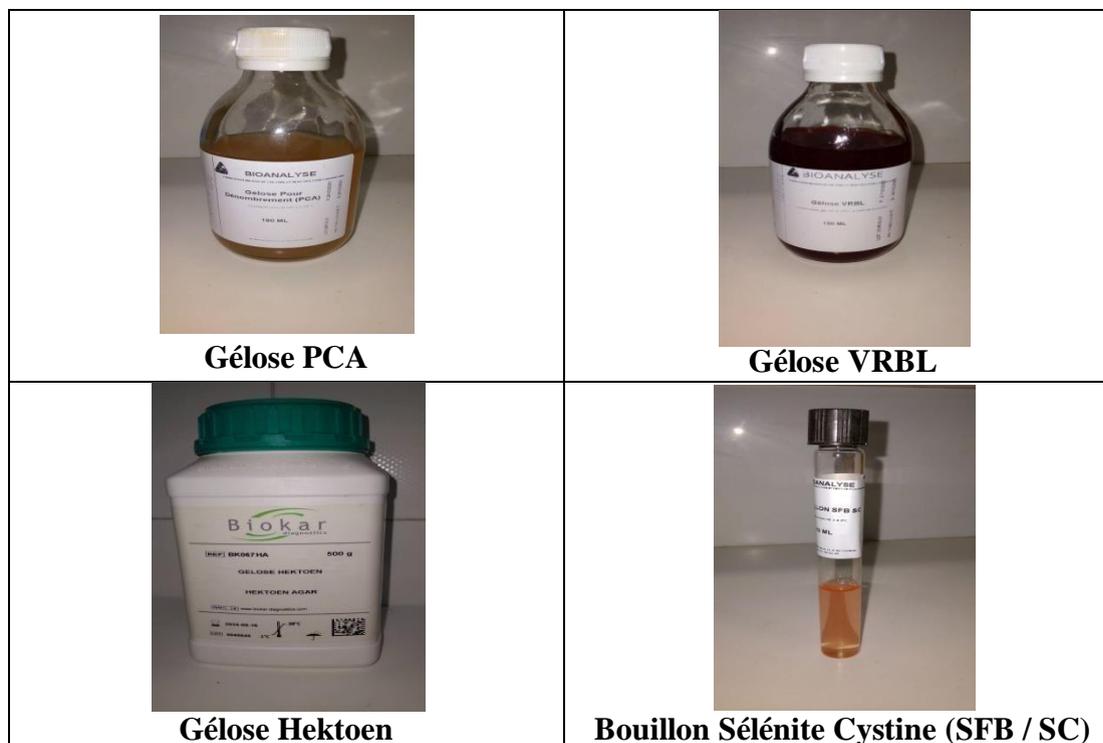
## ➤ ANNEXE III : Solutions et Réactifs.



**Figure N°32 :** Solutions et réactifs utilisés dans les analyses physico-chimiques et microbiologiques.

➤ ANNEXE IV : Composition des milieux de culture.

❖ Milieux de culture :



**Figure 33** : Les milieux de culture utilisés dans les analyses microbiologiques.

• **Gélose PCA** (Plate Count Agar) :

C'est un milieu utilisé en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des *Germes aérobies mésophiles* dans le lait, les viandes, les autres produits alimentaires, se conserve de 2 à 25° C.

**Tableau N°22** : Composition de la gélose PCA.

Composition	Quantité
-Tryptone.	5,0 g
-Extrait autolytique de levure.	2,5 g
-Glucose.	1 g
-Agar agar bactériologique.	12,0 g

• **Gélose VRBL** (Gélose Lactosée Biliée au cristal Violet et Rouge neutre) :

C'est un milieu sélectif utilisé pour les recherches et dénombrement des *Coliformes* dans l'eau, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires, se conserve de +2° C à +8° C à l'abri de la lumière.

**Tableau N°23** : Composition de la gélose VRBL.

Composition	Quantité
-Peptone pepsique de viande.	7,0 g
-Extrait autolytique de levure.	3,0 g
-Lactose.	10,0 g
-Sels biliaires.	1,5 g
-Chlorure de sodium.	5,0 g
-Rouge neutre.	30,0 mg
-Cristal violet.	2,0 mg
-Agar agar bactériologique.	15,0 g

- **Bouillon SFB S/C** (Sélénite Cystine) :

Le bouillon SFB est utilisé pour l'enrichissement sélectif des *Salmonelles* dans les produits pharmaceutiques, le lait et les produits laitiers, les autres produits alimentaires ainsi que dans le domaine de l'eau, se conserve de 2° C à 6° C.

**Tableau N°24** : Composition du Bouillon SFB S/C.

Composition	Quantité
-Tryptone.	5,0 g
-Lactose.	4,0 g
-Phosphate disodique.	10,0 g
-Hydrogénosélénit de sodium.	4,0 g
-L-Cystine.	10,0 g

- **Gélose Hektoen** :

**Tableau N°25** : Composition de la gélose Hektoen.

Composition	Quantité
-Peptic digest of meat	12 g/L
-Yeast extract	3 g/L
- Lactose	12 g/L
-Sucrose	12 g/L
-Salicin	2 g/L
-Bile Salt	9 g/L
- Sodium Chloride	5 g/L
- Sodium thiosulfate	5 g/L
- Ferric ammonium citrate	1,5 g/L
- Bromthymol blue	0,065 g/L
- Acid fuchsiri	0,4 g/L
- Batiériological agar	13,5 g/L
- pH of the ready-to-use medium at 25° C : 7,4 – 7,7.	

➤ ANNEXE VI : Grille méthodologique de dégustation du fromage frais enrichi aux figues

- Echantillon de concentration n° : .....
- Sexe : Masculin  Féminin
- Age : .....
- Fumeur : Oui  Non

Tableau N°26 : Grille méthodologique de dégustation du fromage frais enrichi aux figues.

	Aspect visuel	0	1	2	3	4	5
<b>Couleur (اللون)</b>	0 → Trop clair 1 → Clair 2 → Couleur acceptable 3 → Foncé 4 → Trop foncé 5 → Couleur excellente	P1 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P2 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P3 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P4 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P5 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P6 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P7 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S :					
<b>Présence de sérum (وجود المصل)</b>	0 → Absence de sérum 1 → très petite quantité de sérum 2 → Petite quantité de sérum 3 → Quantité moyenne de sérum 4 → Grande quantité de sérum 5 → Très grande quantité de sérum	P1 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P2 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P3 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P4 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P5 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P6 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P7 : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		S :					
<b>Présence d'une pellicule en dessus (وجود قشرة من الأعلى)</b>	Oui ou Non	P1 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P2 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P3 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P4 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P5 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P6 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		P7 : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
		S :					
	<b>Odeurs</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<p><b>Odeur de la pate fraiche</b> (رائحة العجينة الطازج)</p>	<p>0→Absence d'odeur 1 → Très faible odeur 2 → Faible odeur 3 → Odeur acceptable 4 → Forte Odeur 5 → Très forte Odeur</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>S :</p>
<p><b>Odeur de la figue</b> (رائحة التين)</p>	<p>0→ Absence d'odeur 1 → Très faible odeur 2 → Faible odeur 3 → Odeur acceptable 4 → Forte Odeur 5 → Très forte Odeur</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>S :</p>
<p><b>Odeur de l'huile d'olive</b> (رائحة زيت الزيتون)</p>	<p>0→ Absence d'odeur 1 → Très faible odeur 2 → Faible odeur 3 → Odeur acceptable 4 → Forte Odeur 5 → Très forte Odeur</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>S :</p>
	<b>Texture</b>	<b>0 et 1    2 et 3    4 et 5</b>
<p><b>Texture du produit avec la cuillère</b> (لزوجة المنتج بالمعلقة)</p>	<p>0 et 1 → La cuillère s'enfonce sans aucun effort</p> <p>2 et 3 → La cuillère s'enfonce avec un faible effort</p> <p>4 et 5 →Forte résistance à la pénétration de la cuillère</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>S :</p>
	<b>Flaveur</b>	<b>0    1    2    3    4    5</b>

<p><b>Sucré (حلو)</b></p>	<p>0 → Absence de sucre  1 → Très faible sucre  2 → Faible sucre  3 → Sucre acceptable  4 → Forte sucent  5 →Très forte sucent</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><b>S :</b></p>
<p><b>Salé (مالح)</b></p>	<p>0 → Absence de salinité  1 → Très faible salinité  2 → Faible salinité  3 → Salinité acceptable  4 → Forte salinité  5 →Très forte salinité</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><b>S :</b></p>
<p><b>Amertume (مرارة)</b></p>	<p>0 → Absence d'amertume  1 → Très faible amertume  2 → Faible amertume  3 → Amertume acceptable  4 → Forte amertume  5 →Très forte amertume</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><b>S :</b></p>
<p><b>Intensité aromatique de la pate fraiche</b>  (كثافة عطرية للعجينة الطازجة)</p>	<p>0 → Absence d'arôme  1 → Très faible arôme  2 → Faible arôme  3 → Arôme acceptable  4 → Forte arôme  5 →Très forte arôme</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><b>S :</b></p>
<p><b>Intensité aromatique de la figue</b>  (كثافة عطرية للتين)</p>	<p>0 → Absence d'arôme  1 → Très faible arôme  2 → Faible arôme  3 → Arôme acceptable</p>	<p>P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

	4 → Forte arôme 5 → Très forte arôme	P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>S :</b>
<b>Intensité aromatique de l'huile d'olive</b> (كثافة عطرية لزيت الزيتون)	0 → Absence d'arôme 1 → Très faible arôme 2 → Faible arôme 3 → Arôme acceptable 4 → Forte arôme 5 → Très forte arôme	P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>S :</b>
<b>Persistance des aromes en bouche</b> (استمرار وجود العطور في الفم)	0 → Absence d'arrière-gout 1 → Très faible arrière-gout 2, 3 → Faible arrière-gout 4 → Forte arrière-gout 5 → Très forte arrière-gout	P1 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P2 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P3 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P4 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P5 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P6 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P7 : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>S :</b>

• P : Personne.

S : Somme.