

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biochimie-Microbiologie

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER

Spécialité : Biochimie de la nutrition

Présenté par

HACHOUD Samia

Intitulé

**Fabrication du fromage traditionnel « Tiklilt » et réalisation
d'essais d'incorporation en viennoiserie**

Soutenu le 02 Juillet 2023

Présidente : M^{me} SI AHMED ZENNIA S.

Promotrice : M^{me} LEKSIR MANSOUR Ch.

Examinatrice : M^{me} SENANI OULARBI N.

Devant le Jury composé de :

MCA. Université Mouloud Mammeri

MCB. Université Mouloud Mammeri

MCB. Université Mouloud Mammeri

Année Universitaire : 2022-2023

Remerciements

*Tout d'abord, nous remercions **Allah**, le tout puissant et le miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation de Master.*

*Je tiens avant tout, à remercier notre promotrice **M^{me} LEKSIR Choubaila épouse MANSOUR**, qui a accepté de m'encadrer, qui m'a guidé par ses précieux conseils et suggestions pertinentes. Je vous en suis reconnaissante.*

Mes vifs remerciements vont aussi aux membres du jury :

*Je tiens à exprimer ma très grande considération et mon profond respect pour **M^{me} ZENNIA** pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire malgré ses responsabilités et ses multiples occupations.*

*Je remercie vivement **M^{me} SENANI** d'avoir accepté d'examiner ce présent travail malgré ses responsabilités et ses multiples occupations. Vous trouveriez ici l'expression de mon respect et de ma profonde gratitude.*

Je tiens également à remercier les ingénieurs du laboratoire de physico-chimie 2 ainsi que les ingénieurs du laboratoire pédagogique de microbiologie de notre faculté pour leur amabilité d'avoir accepté de participer cordialement aux séances de dégustation ainsi que pour leur activisme et disponibilité.

Mes vifs remerciements vont également à tous les enseignants ayant participé aux tests sensoriels

Je tiens à remercier les personnes qui nous ont offert l'échantillon de lait gratuit, que Dieu vous bénisse.

Enfin, Je remercie tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicace

*C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :
A la lumière de ma vie, la source de mes efforts, mon exemple éternel,
à l'homme qui reste toujours à la bonne place, dans mon cœur que dieu
le garde pour moi*

Mon père

*A la femme de ma vie, mon âme et ma joie, la flamme de mon cœur
mon soutien moral et celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir
réussir, que dieu la garde pour moi,*

Ma mère

A mes chères frères : Mustapha, Mourad et Mehdi

*Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de
vous avoir comme frères. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans
vous, vous comptez énormément pour moi, vous êtes les frères qui
assurent leurs rôle comme il faut, je n'oublierais jamais vos
encouragements et vos soutiens le long de mes études, je vous estime
beaucoup et je vous aime beaucoup. Je vous souhaite beaucoup de
succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.*

A ma sœur : Farida

*Pour l'amour qu'elle me réserve, pour ses soutiens moraux et ses
conseils précieux tout au long de mes études.*

A mon mari :

*Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de
bonheur. Je prie Dieu le tout puissant de préserver notre attachement
mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.*

A tout ma belle famille

A ma copine : Gaci soumaia

*Avec qui j'ai partagé les meilleurs moments durant la réalisation de ce
travail. Je lui souhaite une réussite dans sa vie socioprofessionnelle.*

*Ma promotrice Mme LEKSIR eps MANSOUR à qui je souhaite tout
le bonheur de la vie.*

*A tous les étudiants avec lesquels j'ai partagé ces longues années
d'études*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
mémoire*

Samia

Sommaire

LISTE DES ABRÉVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES ANNEXES	
RESUMÉ	

INTRODUCTION	01
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	03
CHAPITRE I : LE FROMAGE	03
I.1. Historique	03
I.2. Définition du fromage	03
I.3. Technologie de fabrication des fromages	04
I.3.1. Composition globale des micelles de caséines	04
I.3.2. Structure et propriétés des micelles de caséines	05
I.3.3. Stabilité des micelles de caséines	05
I.3.4. Déstabilisation des micelles caséines	06
I.4. Procédé de fabrication du fromage	06
I.4.1. Coagulation	06
I.4.1.1. Coagulation acide	07
I.4.1.2. Coagulation enzymatique	07
I.4.1.3. Coagulation mixte	07
I.4.2. Égouttage	07
I.4.3. Salage	08
I.4.4. Affinage	08
I.5. Classification des fromages	08
I.6. Composition des fromages	09
I.7. Intérêts nutritionnels des fromages	12
I.8. Bienfaits des fromages sur la santé	14
CHAPITRE II : LES FROMAGES TRADITIONNELS EN ALGERIE	15
II.1. Fromages traditionnels en Algérie	15
II.1.1. Fromages frais	16
II.1.2. Fromages affinés	17
II.1.3. Fromages fondus	18
II.1.4. Fromages durs	18
II.2. Produits laitiers traditionnels en Algérie	19
II.2.1. Boissons fermentées traditionnelles	19
II.2.1.1. <i>Ikil</i> : <i>Rayeb</i> (lait caillé)	19
II.2.1.2. <i>Ighi:Lben</i> (petit lait)	19
II.2.2. Dérivés laitiers gras	21
II.2.2.1. <i>Udhi</i> : <i>Zebda</i> (Beurre frais)	21
II.2.2.2. <i>Udhi amelhane</i> : <i>Smen</i> (beurre salé)	21
II.3. Fromage <i>Tiklilt</i>	22
II.3.1. Origine du mot « Tiklilt »	22

II.3.2. Procédé de fabrication du fromage « Tiklilt »	22
II.3.2.1. Matière première	22
II.3.2.2. Fermentation	22
II.3.2.3. Barattage	22
II.3.2.4. Chauffage	23
II.3.2.5. Égouttage	23
II.3.3. Conservation du fromage « Tiklilt »	23
II.4. Incorporation du fromage traditionnel ' <i>Tiklilt</i> ' dans les préparations culinaires	23
II.5. Analyse sensorielle : Objectifs et applications en Agro-alimentaire	24
MATÉRIEL ET MÉTHODES	26
I. Étude de terrain	28
I.1. Population cible et échantillonnage	28
I.2. But de l'enquête	28
I.3. Déroulement de l'enquête	29
II. Fabrication du fromage traditionnel « <i>Tiklilt</i> »	29
II.1. Matériels biologiques	29
II.2. Instruments utilisés pour la fabrication du fromage « Tiklilt »	32
III. Valorisation nutritionnelle du fromage traditionnel « Tiklilt » par incorporation en viennoiserie	32
III.1. Choix et formulation des produits à base du fromage Tiklilt	32
III.2. Présentation des produits et codage	33
III.2.1. Préparation du mini cake	33
III.2.2. Préparation du petit pain	33
III.3. Valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage « Tiklilt »	34
III.3.1. Valorisation qualitative 'Apport protéique'	34
III.3.2. Valorisation quantitative 'Valeur énergétique'	34
IV. Analyse sensorielle	34
IV.1. Épreuves discriminatives : Test triangulaire : Norme NF ISO 4120 (2004)	34
IV.1.1. Déroulement de la dégustation	35
IV.2. Profils sensoriels	37
RESULTATS ET DISCUSSIONS	41
I. Résultats de l'Enquête de terrain	41
I.1. Diagramme du procédé artisanal de fabrication	41
I.2. Mode de consommation de <i>Tiklilt</i>	43
I.3. Conservation et commercialisation du <i>Tiklilt</i>	44
II. Résultats de la réalisation d'essais de fabrication du fromage « <i>Tiklilt</i> »	44
II.1. Durée de fermentation	46
II.2. Durée de barattage	46
II.3. Durée de température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum	47
II.4. Égouttage du fromage <i>Tiklilt</i>	47
III. Résultats de la valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage « <i>Tiklilt</i> »	47

III.2.1. Valorisation qualitative ‘Apport protéique’	47
III.2.2. Valorisation quantitative ‘Valeur énergétique’	49
IV. Évaluation sensorielle des formulations alimentaires à base du fromage « <i>Tiklilt</i> »	51
IV.1. Résultats du test triangulaire	51
IV.2. Résultats des tests descriptifs	52
IV.2.1. Profils sensoriels des mini cakes	52
IV.2.2. Profils sensoriels des petits pains	54
V. Limitations de l’étude	56
CONCLUSION & PERSPECTIVES	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

Liste des abréviations

min : minute

T° : température

ml : millilitre

g : gramme

DA : Dinars Algériens

FAO: Food and Agriculture Organisation of the United Nations

GPS : Global Positioning System

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

CLA : acide linoléique conjugué

J : jour

MCT : mini cake témoin

MC1 : mini cake 1

MC2 : mini cake 2

PPT : petit pain témoin

PP1 : petit pain 1

PP2 : petit pain 2

EPS : exo polysaccharides

KJ : kilojoules

Kcal : kilocalories

TEFD : teneur en eau dans le fromage dégraissé

Liste des figures

FIGURE		PAGE
1	Représentation schématique de la micelle de caséine	04
2	' <i>Thakhssayeth Oussendou</i> ' ou ' <i>Thakhchachet</i> ' : Calebasse de barattage	20
3	' <i>Chekoua</i> ' : Outre en peau de Brebis/chèvre	20
4	Aperçu général des méthodes adoptées et des paramètres étudiés pour la réalisation de la partie expérimentale.	27
5	Positionnement géographique des sites d'échantillonnage du lait destiné à la fabrication du fromage traditionnel « <i>Tiklilt</i> »	31
6	Déroulement du test triangulaire pour le MCT et le MC1	36
7	Déroulement du test triangulaire pour le PP1 et le PP2	37
8	Évaluation sensorielle par les dégustateurs	38
9	Diagramme de fabrication du fromage Traditionnel <i>Tiklilt</i>	41
10	Essais de fabrication de l' <i>Ighi</i> et du fromage traditionnel <i>Tiklilt</i>	46
11	Profil sensoriel du mini cake témoin	52
12	Profil sensoriel du mini cake 1	52
13	Profile de mini cake 2	53
14	Superposition des profils sensoriels des mini cakes	53
15	Profil sensoriel du petit pain témoin	54
16	Profil sensoriel du petit pain 1	54
17	Profil sensoriel de petit pain 2	55
18	Superposition des profils sensoriels des petits pains étudiés	56

Liste des tableaux

TABLEAU		PAGE
I	Classification des fromages selon la teneur en calcium	10
II	Quantités de produits laitiers conseillées par jour (en g)	13
III	Quantité de fromage nécessaire, pour couvrir les besoins minimum journaliers en acide aminés essentiels de l'adulte	14
IV	Principaux dérivés laitiers et fromages traditionnels Algériens	15
V	Description des échantillons de « lait » ayant servi à la fabrication du fromage « <i>Tiklilt</i> ».	30
VI	Liste des instruments utilisés.	32
VII	Recettes des témoins mini cake et petit pain	33
VIII	Descripteurs retenus pour les tests descriptifs des mini cakes et des petits pains	39
IX	Consignes pour le jury des épreuves sensorielles	40
X	Apports protéiques (g/100g) après substitution et essais d'incorporation	48
XI	Apports énergétiques des viennoiseries traditionnelles étudiés après incorporation du fromage <i>Tiklilt</i>	51

Liste des Annexes

ANNEXE		PAGES
01	Questionnaire sur le fromage traditionnel <i>Tiklilt</i>	i
02	Matériel utilisé	vi
03	Tableaux de codage	vii
04	Étapes de préparation du MCT	ix
05	Étapes de préparation du PPT	x
06	Questionnaire utilisé pour le test triangulaire	xi
07	Composition des ingrédients des formulations alimentaires à base du fromage traditionnel Tiklil	xii

Résumé

Contrairement aux idées reçues, l'Algérie dispose bel et bien de traditions avérées de fabrication de produits laitiers, même si l'activité est limitée à la sphère domestique. «*Tiklilt*» est un produit laitier ethnique de l'Algérie. C'est un fromage fermenté traditionnel fabriqué à partir de lait cru entier par des méthodes empiriques. Cette catégorie de produits constitue une part importante de l'alimentation Algérienne et représente un patrimoine gastronomique qu'il convient de préserver et de protéger.

Afin de situer ce fromage dans la société, une enquête a été menée en milieux urbains, péri-urbains et ruraux de la wilaya de Tizi-Ouzou. Les résultats ont montré que le produit est connu uniquement par les femmes de plus de 45 ans, toujours fabriqué selon la recette artisanale transmise à travers les générations. Les méthodes traditionnelles de fabrication des produits laitiers fermentés ont été transférées par nos ancêtres à la descendance. Ces compétences font partie du riche héritage de la technologie alimentaire traditionnelle Algérienne.

Des essais de fabrication du fromage Tiklilt ont été réalisés selon le procédé artisanal de fabrication. Une fermentation spontanée pendant 24h à 72h a été suivie par un barattage manuel durant 40 minutes \pm 5 minutes dans une Takhessaeyh Oussendu visant à séparer Udhi de l'Ighi. Ighi est ensuite chauffé à $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pour séparation du lactosérum et récupération du fromage frais Tilklit.

Dans une série d'essais nous l'avons intégré, en substitution aux œufs, au lait et à la farine T55, dans deux types de produits de la viennoiserie traditionnelle : Petit pain et Mini cake. Pour chaque produit, en plus du témoin, deux variantes ont été retenues. Les résultats de la valorisation nutritionnelle ont montré un apport protéique non négligeable surtout pour les préparations où le lait a été remplacé par le fromage Tiklilt. Une amélioration considérable de l'apport énergétique a été enregistrée pour le petit pain PP1 avec un apport de 50Kcal/100g. Il en est de même pour le Mini cake où nous avons enregistré un bénéfice d'énergie de 45Kcal/100g de MC1.

Les résultats du test triangulaire ont révélé une différence significative entre les différents types de viennoiserie étudiés. Six profils sensoriels ont été réalisées pour les 3 variantes PP et les 3 variantes MC. La superposition des spidergrams a dévoilé les descripteurs les mieux perçus par l'ensemble des sujets à savoir la texture sableuse pour mini cake et la légèreté pour le petit pain.

Mots clés : Fromage *Tiklilt*, étude de terrain, procédé artisanal de fabrication, apport protéique, valeur énergétique, analyse sensorielle.

Summary

Contrary to popular belief, Algeria does indeed have well-established traditions of dairy product manufacturing, even though the activity is limited to the domestic sphere. “Tiklilt” is an ethnic dairy product from Algeria, a traditional fermented cheese made from raw whole milk using empirical methods. This category of products constitutes an important part of the Algerian diet and represents a gastronomic heritage that should be preserved and protected.

To understand the role of this cheese in society, a survey was conducted in urban, peri-urban, and rural areas of the Tizi Ouzou province. The results showed that the product is only known by women over 45 years old and is still made using the traditional recipe passed down through generations. The traditional methods of producing fermented dairy products have been handed down by our ancestors to their descendants. These skills are part of the rich heritage of Algerian traditional food technology.

Experiments were carried out to produce Tiklilt cheese using the traditional artisanal process. Spontaneous fermentation for 24 to 72 hours was followed by manual churning for approximately 40 minutes in a Takhessaeyh Oussendu to separate Udhi from Ighi. Ighi is then heated to $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ to separate the whey and recover the fresh Tiklilt cheese.

In a series of trials, we incorporated Tiklilt cheese, as a substitute for eggs, milk, and T55 flour, into two types of traditional viennoiserie products: Petit pain and Mini cake. For each product, in addition to the control, two variants were selected. The results of the nutritional analysis showed a significant protein contribution, especially in preparations where milk was replaced with Tiklilt cheese. A considerable improvement in energy intake was recorded for Petit pain PP1, with an additional 50Kcal/100g. The same was observed for the Mini cake, which showed an energy benefit of 45Kcal/100g for MC1.

The results of the triangular test revealed a significant difference between the various types of viennoiserie studied. Six sensory profiles were conducted for the 3 PP variants and the 3 MC variants. The overlap of spidergrams revealed the descriptors that were most perceived by all subjects, namely the sandy texture for the Mini cake and the lightness for the Petit pain.

Keywords: *Tiklilt* cheese, field study, traditional artisanal production process, protein content, energy value, sensory analysis.

المخلص

على العكس من المعتقدات الشائعة، فإن الجزائر لديها بالفعل تقاليد معترف بها في صناعة منتجات الألبان، على الرغم من أن النشاط محدود في الدائرة المحلية. هذه المنتجات متجذرة بعمق في التراث الثقافي والطبي والاقتصادي. منتجات الألبان التقليدية تعود تاريخياً إلى نشاط النساء الريفيات في المجتمعات الريفية.

"تيكليت" ; هو منتج ألبان عرقي من الجزائر، وهو جبن مخمر تقليدي مصنوع من الحليب الطازج الكامل باستخدام طرق تجريبية. تشكل هذه الفئة من المنتجات جزءاً هاماً من النظام الغذائي الجزائري وتمثل إرثاً غذائياً يجب الحفاظ عليه وحمايته.

لفهم دور هذا الجبن في المجتمع، تم إجراء استطلاع في المناطق الحضرية والمناطق الحضرية المحيطة والمناطق الريفية في ولاية تيزي وزو. أظهرت النتائج أن المنتج معروف فقط لدى النساء اللاتي تجاوزن سن الـ 45 عاماً، ولا يزال يتم تصنيعه وفقاً للوصفة التقليدية التي تنتقل من جيل إلى جيل. تم نقل الطرق التقليدية لإنتاج المنتجات الألبان المخمرة من خلال أجدادنا إلى أجيالهم. تلك المهارات تعتبر جزءاً من التراث الغني للتقنية الغذائية التقليدية الجزائرية.

تم إجراء تجارب لإنتاج جبن تيكليت باستخدام الوصفة التقليدية المحلية. تمت التخمر التلقائي لمدة 24 إلى 72 ساعة، ثم تم الرج اليدوي لمدة حوالي 40 دقيقة في "تخسايت" لفصل "أوذي" عن "إغي". يسخن "إغي" بعد ذلك إلى 60 درجة مئوية ± 5 درجات لفصل مصل اللبن واستعادة جبنة تيكليت الطازجة.

في سلسلة من التجارب، قمنا بإضافة جبنة تيكليت كبديل للبيض والحليب ودقيق T55 في نوعين من منتجات المعجنات التقليدية: "الكعك الصغير" و"الكيك المصغر". تم اختيار متغيرين إضافيين لكل منتج بالإضافة إلى المجموعة المرجعية. أظهرت نتائج التحليل الغذائي إسهاماً بروتينياً هاماً، خاصة في التحضيرات التي تم استبدال الحليب بجبنة تيكليت. تم تسجيل تحسين كبير في كمية الطاقة للكعك الصغير PP1 بزيادة 50 سعرة حرارية / 100غ. وشهد الكيك المصغر نفس الأمر، حيث سجلنا استفادة بالطاقة بقيمة 45 سعرة حرارية / 100غ لـ MC1.

أظهرت نتائج الاختبار الثلاثي فرقاً ملحوظاً بين مختلف أنواع منتجات المعجنات المدروسة. تم إجراء ستة ملامح حسية لثلاثة أنواع PP وثلاثة أنواع MC. كشفت عملية تطابق الرسوم البيانية عن الوصفات التي تم تذوقها بشكل أفضل من قبل جميع المشاركين، وهي القوام الرملي الكيك المصغر والخفة للكعك الصغير.

الكلمات الرئيسية :

جبن تيكليت، دراسة ميدانية، عملية صناعة تقليدية، محتوى بروتيني، قيمة طاقة.

Introduction

Introduction

Différents fromages traditionnels existent, depuis l'antiquité, dans les pays méditerranéens. Beaucoup d'entre eux sont produits dans des zones géographiques limitées et ne sont consommés que localement ; d'autres, ont dépassé les limites de leurs localités et villages et même, de loin, celles de leur pays d'origine (**Leksir et al., 2019**).

Notre pays a une tradition bien établie sur les produits laitiers, transmise d'une génération à une autre à travers des siècles. Le lait, abondant durant certains moments de l'année est transformé en produits laitiers pour augmenter sa durabilité et sa valeur nutritive. Plusieurs produits traditionnels sont connus principalement dans les zones rurales (**Claps et Morone, 2011**).

L'Algérie recèle une richesse importante en matière de produits laitiers de terroir, au moins dix variantes de fromages traditionnels sont actuellement recensés sous différentes nominations à savoir : « Djben » ; « Klila » ; « Bouhezza » ; « Mechouna » ; « Medghissa » ; « Takemarit » ; « Aoules » et « Igounene » (**Bendimerad, 2013**).

Des études réalisées sur les dérivés laitiers traditionnels et sur le secteur laitier en général, indiquent que ce dernier a besoin d'appui pour son développement et l'augmentation de sa compétitivité sur le marché. Toutefois, la connaissance de notre patrimoine laitier et de tout ce qui exprime notre héritage culturel, devait, et doit toujours, être inscrite en avant des priorités de tout développement. Il est primordial et impératif pour notre pays, que tous les acteurs de l'agro-alimentaire passent au recensement et à l'étude rigoureuse de ces pratiques traditionnelles avec une analyse permettant de les situer par rapport à l'identité des populations et localités et aux habitudes alimentaires et de les mettre à profit selon les possibilités de la valorisation qu'elles offrent pour le développement économique (**Leksir et Chemam, 2015**).

La fabrication du fromage est le moyen le plus anciennement connu pour conserver le lait (**Corrieu et Luquet, 2008**). Parmi la longue liste des fromages traditionnels produits et recensés en Algérie, le *Jben* et *Tiklilt* sont les plus connus. Ces fromages restent encore non labélisés, leur fabrication est destinée à l'autoconsommation au niveau familial. Certains de ces fromages traditionnels, sont plus au moins commercialisés d'une manière artisanale (**Aissaoui, 2004**).

Des fromages similaires au *Tiklilt* dans le monde tel que le *Jameed* au moyen orient et le *Chhana* en inde sont bien caractérisés, et ils sont produits à l'échelle industrielle qui utilise les nouveaux procédés, tel que l'atomisation et la lyophilisation (**Mazahreh et al., 2008**; **Hamad et al., 2016**).

Pratiquement très peu d'études axées sur le fromage Algérien *Tiklilt* ont été retrouvées. *Tiklilt* est fermenté et produit empiriquement dont la méthode traditionnelle de fabrication est encore en usage de nos jours (**Leksir et al., 2019**). Ces propriétés alimentaires est nutritionnelles, suite aux procédés technologiques traditionnels, méritent d'être mieux caractérisées, ce qui motive l'intérêt de la présente étude.

Le présent travail possède comme objectifs :

- Tout d'abord, nous avons estimé nécessaire de situer le produit et évaluer sa place dans les traditions alimentaires par une enquête de terrain pour approcher les populations concernées. Cette enquête portera sur la connaissance, la fabrication et la consommation de ce fromage. Parallèlement une collecte d'échantillons de lait cru est effectuée, qui servira à la fabrication du fromage *Tiklilt* à étudier, la collecte est effectuée dans diverses localités ;
- Etablir le diagramme de fabrication du fromage traditionnel *Tiklilt* et reprise du procédé au laboratoire pour fabriquer des échantillons d'*Ighi* et de *Tiklilt* à partir de lait de vache ;
- Essais d'incorporation du fromage *Tiklilt* dans la viennoiserie traditionnelle afin d'estimer l'apport de ce fromage dans l'amélioration des propriétés organoleptiques des produits en question.
- Valorisation nutritionnelles des formulations culinaires à base de *Tiklilt* fabriqué au laboratoire pour déterminer l'apport nutritionnel de ce fromage (Protéique et énergétique).

L'étude du fromage *Tiklilt* en vue de sa connaissance et de sa présentation au monde fromager constitue une contribution importante dans la démarche de protection de notre patrimoine culinaire ancestral. C'est aussi un moyen qui permettant une meilleure compréhension des mécanismes déterminant sa typicité et fournissant les références indispensables à la mise en place d'une appellation d'origine contrôlée.

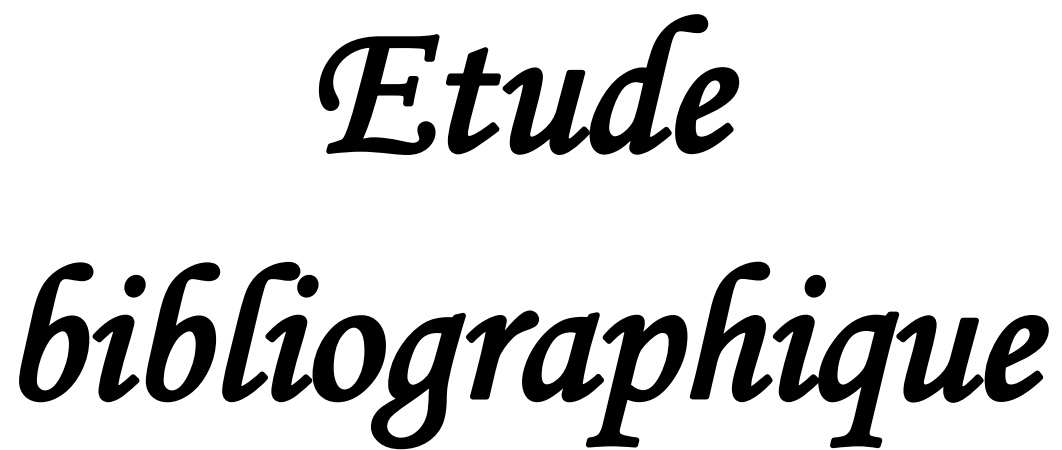
L'originalité de la présente étude réside dans le fait qu'elle cherche à valoriser ce fromage durant ses périodes d'abondance sous sa forme fraîche. C'est dans ce contexte que se situe le cadre de cette étude qui fait partie des travaux de recherche de notre promotrice.

Le présent document comprend deux parties :

Une synthèse bibliographique composée de deux chapitres. Un premier chapitre qui parle du fromage ; un deuxième chapitre passe en revue les produits laitiers traditionnels en Algérie à savoir leur mode de fabrication artisanale, notamment les fromages traditionnels Algériens dont une partie du chapitre sont consacrés pour parler de notre fromage traditionnel *Tiklilt*.

Une partie expérimentale qui comprend la partie Méthodologie décrivant toutes les techniques utilisées pour la fabrication et la valorisation du fromage *Tiklilt*, et se termine par la présentation et discussion de l'ensemble des résultats obtenus regroupant le diagramme de fabrication de notre fromage *Tiklilt* et ainsi que les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des échantillons de viennoiseries traditionnelles formulées à base de ce fromage.

*Etude
bibliographique*





Chapitre I
Le fromage

CHAPITRE I : LE FROMAGE

I.1. Historique

Selon la légende, la production du fromage a été réalisée accidentellement lors du processus de stockage et de transport du lait. En effet, l'homme a constaté que lorsque le lait est stocké caillait et qu'une fois séparé du sérum, le coagulum devenait une masse dense. Cette masse pouvait se dessécher et être donc stockée et transportée. L'acidification spontanée du point de départ de la coagulation, due à sa densité, fait remonter la crème en surface. Le lait fermenté, le petit-lait aigre et le beurre sont sans aucun doute les premiers produits laitiers. Le lait de brebis et de chèvre sont évidemment les premiers laits transformés, puisque les moutons et les chèvres sont les premiers animaux domestiqués par l'homme (**Fox et Mc Sweeney, 2004**).

Dans le temps passé, la première production du fromage ne pouvait être exactement obsolète (**Gillis et Ayerbe, 2018**). Il est généralement admis que le fromage est originaire du Sud-Ouest asiatique et a une histoire qui remonte à environ 8000 ans (**Eekhof-Stork, 1978**). Au cours de la conquête des Romains en Europe, ces derniers auraient encouragé la production de nouvelles variétés. Enfin, le fromage ne restera pas en minorité pendant longtemps, mais s'est répandu dans le monde entier (**St-gelais et Tirard collet, 2002**).

I.2. Définition du fromage

Selon le **CODEX STAN 283 (1978)**, le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait. Il est obtenu par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, sous l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage du lactosérum résultant de cette coagulation. Il peut être produit aussi en faisant appel à des techniques de fabrication qui entraînent la coagulation des protéines du lait. La fabrication du fromage entraîne la concentration de ces protéines (notamment de la caséine), donc la teneur en protéines du fromage est plus élevée que la teneur en protéines du lait qui a servi à la fabrication du fromage. On peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente (**Carole, 2002**).

I.3. Technologie de fabrication des fromages

Les techniques fromagères ont pour le but d'assurer la préservation du lait et d'en différer la consommation dans le temps (**Ramet, 1985**). La transformation fromagère est un art qui nécessite une maîtrise parfaite des processus permettant de transformer le lait en fromage (**Paradal, 2012**). Le substrat spécifique intéressé par le phénomène de coagulation dans le lait est constitué par les protéines, essentiellement représentées par les caséines (**Ramet, 1985**).

I.3.1. Composition globale des micelles de caséines

La caséine est la protéine caractéristique du lait. Elle est composée de plusieurs fractions et associée au phosphate de calcium sous forme d'agrégats hétérogènes subsphériques de petites dimensions appelés micelles (Figure 01) (**Ramet, 1985**).

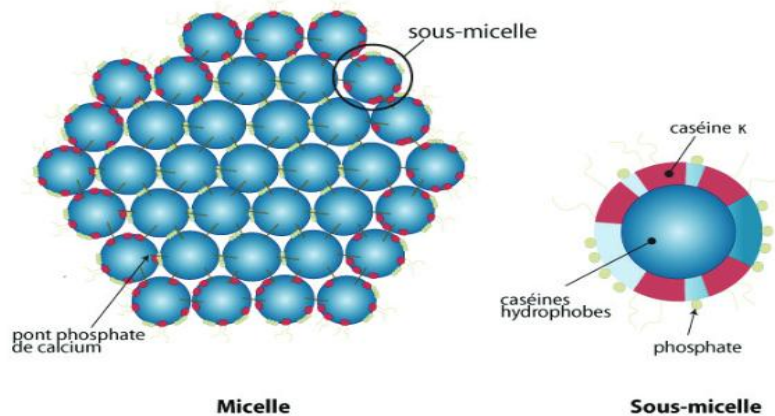


Figure 1 : Représentation schématique de la micelle de caséine modèle Schmidt (José, 2014)

La caséine représente plus de 80% des protéines du lait. C'est une protéine complète, elle apporte la plupart des acides aminés indispensables pour la croissance et la réparation du corps. Elle participe à la structure microscopique du lait, il s'agit de la phase colloïdale (à pH neutre, les caséines sont dispersées dans la phase aqueuse, c'est ce qui confère au lait sa couleur blanche). Cette protéine intervient dans la fabrication du fromage. Une fois coagulé, les caséines s'agglomèrent et forment le caillé du fromage et c'est pour ça que le lactosérum est limpide (**Guetouache et al., 2014**).

La micelle de caséine est une particule sphérique formée par l'association des quatre caséines (α S1, α S2, β et κ), de quelques fragments peptidiques (caséine γ) provenant de l'hydrolyse enzymatique de la caséine β par la plasmine (enzyme endogène du lait) et de

composants salins dont les deux principaux sont le calcium et le phosphate (**Croguennec et al, 2008**).

I.3.2. Structure et propriétés des micelles de caséines

On peut considérer que la caséine entière comprend 4 constituants essentiels, les caséines α_1 , α_2 , β (béta) et κ (kappa) dans les proportions respectives suivantes : 4 ; 1 ; 3,7 et 1,4. Il existe également une γ -caséine qui est formée par l'hydrolyse de la β caséine par la plasmine. Toutes les caséines sont de grosses molécules contenant du phosphore (P) et un grand nombre d'acides aminés parmi lesquels domine l'acide glutamique et à un moindre degré la leucine et la proline (**Vignola, 2002**).

Les caséines α_1 et β assurent la cohésion des micelles, à l'inverse la caséine κ joue un rôle déterminant lors de la coagulation de lait par la présure car c'est celle qui forme avec les autres caséines des complexe stable en présence d'ions calcium et phosphore et qui assure la répulsion entre les micelles de caséine (**Paradal, 2012**). La portion glycomacropéptidique confère à cette protéine son caractère hydrophile, par contre, le reste de la chaîne est de nature très hydrophobe, ce qui explique la perte de solubilité des micelles de caséines lors de l'hydrolyse du lien 105-106 par la chymosine (**Vignola, 2002**).

L'association des caséines est l'origine des micelles. Les caséines β ou κ , du fait de l'inégalité des charges le long de la molécule et des chaînes latérales apolaires, peuvent s'associer dès qu'une certaine concentration en caséine β et κ dépasse un seuil critique, les caséines α se placent dans le cœur hydrophobe de la submicelle formée (**Vierling, 2008**).

I.3.3. Stabilité des micelles de caséines

Eck et Gillis (2006) rapporte que les micelles de caséine, compte tenu de leurs dimensions, présentent une grande stabilité. Elles peuvent être séparées par centrifugation à grande vitesse sans coalescence. Elles supportent une longue conservation et des traitements thermiques ou mécaniques relativement sévères. Granules colloïdaux hydrophiles, elles doivent cette stabilité aux facteurs primaires suivants : la charge nette et le degré d'hydratation.

Le caractère acide des caséines a été relevé ; au pH du lait elles portent un gros excès de charges négatives. Les micelles sont elles-mêmes chargées ; sous l'action du champ électrique, elles migrent vers le pôle positif. On peut admettre que des répulsions électrostatiques s'opposent à leur rapprochement et à leur agrégation, contribuant au maintien de la dispersion malgré la très forte densité de la population et la faible distance entre

particules. La potentielle électrocinétique des micelles n'est cependant pas suffisante pour expliquer à lui seul leur stabilité. Un deuxième facteur intervient, le degré d'hydratation. Les micelles de caséine fixent en effet une forte proportion d'eau (3,7 g par gramme de protéine). Une partie de cette eau doit être immobilisée à la surface formant une enveloppe d'hydratation qui protège et stabilise la micelle. Il est également admis par divers auteurs qu'un mécanisme additionnel intervient dans le maintien de la stabilité colloïde, la répulsion stérique due au chevelu superficiel des micelles. Cette répulsion, fonction de la densité du chevelu, peut être très importante en raison de la nature hydrophile de la partie COOH terminale de la caséine κ .

Ces facteurs primaires de la stabilité des micelles dépendent eux-mêmes de divers paramètres, les uns liés à la composition saline de la phase aqueuse (concentrations en ions H^+ , Ca^{++} , phosphate, citrate), les autres à la composition même des micelles (proportions relatives des caséines, notamment de caséine κ , teneur en phosphate de calcium). Il s'ensuit que divers agents, intervenant au niveau de la micelle ou/et de son environnement, peuvent être à l'origine de la déstabilisation des particules, c'est-à-dire de la coagulation du lait, exemple l'acidification et l'action de certaines enzymes protéolytiques (**Eck et Gillis, 2006**).

I.3.4. Déstabilisation des micelles

Les caséines (α , β et K) en présence de phosphate de calcium, forment des micelles de caséines stables (phase colloïdale), qui s'équilibrent avec la phase soluble du lait (**Balthazar et al., 2017**). Les micelles de caséines présentent une propriété importante qui s'agit de pouvoir être déstabilisé par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation ; elle constitue le fondement de la transformation du lait en fromage et en lait fermentés (**Ramet, 1985**).

I.4. Procédé de fabrication du fromage

I.4.1. Coagulation

La coagulation est le changement du lait de son état liquide vers l'état semi-solide (**Bennett et Johnston, 2004**). Elle correspond à une déstabilisation de l'état micellaire original de la caséine dans le lait. Cette déstabilisation est réalisée soit par voie fermentaire à l'aide des bactéries productrices de l'acide lactique ou par voie enzymatique, en particulier la présure. Elles conduisent toutes à la formation du coagulum (gel ou caillé) (**Ramet, 1985**).

I.4.1.1. Coagulation acide

Le lait s'acidifie progressivement grâce aux bactéries lactiques présentes naturellement ou apportées par les levains (**Robinson, 2002; De Vos et al., 2009**). Cette acidification provoque une désintégration des micelles en sous unités à cause de leur déminéralisation progressive. Lorsque le pH diminue à une valeur voisine à 5, la charge des submicelles est réduite et provoque une précipitation des caséines à leur point isoélectrique (pH_i de la caséine). À ce pH, la neutralisation des charges est complète, les micelles de caséines flocculent et se soudent, elles forment un gel homogène qui occupe tout le volume du lait et emprisonne le lactose (**Yildiz, 2010**).

I.4.1.2. Coagulation enzymatique

Les enzymes ayant la capacité de coaguler le lait sont très diverses. La plus ancienne et toujours utilisée en fromagerie, est la présure qui est un extrait coagulant provenant de la caillette des jeunes ruminants abattus avant sevrage. Elle est constituée de deux fractions actives : majeure, la chymosine, l'autre, mineure, la pepsine dans un rapport de masse de chymosine active / masse de pepsine active est $\geq 1,38$. Ses propriétés enzymatiques la font classées parmi les endopeptidases, qui sont à l'origine de la coagulation du lait (**Veisseyre, 1979**).

La coagulation du lait comprend deux phases successives : La phase primaire qui est une phase enzymatique au cours de laquelle la chymosine dégrade la caséine K, et la phase secondaire de coagulation qui correspond à la formation du gel par l'agrégation des micelles modifiées qui conduisent au processus de la floculation (**Ramet, 1985 ; FAO, 1995**).

I.4.1.3. Coagulation mixte

La coagulation mixte résulte de l'action combinée de la présure et de l'acidification par les bactéries lactiques. Cependant, en fromagerie, la formation du coagulum se fait sous l'action dominante de la présure (**FAO, 1995**).

I.4.2. Égouttage

L'égouttage est la deuxième phase de la fabrication du fromage. Du point de vue microscopique, il se traduit par une élimination importante du lactosérum et s'accompagne d'un durcissement du gel. C'est une phase essentielle qui conditionne directement la composition du fromage et son devenir au cours de l'affinage (**Ramet, 1985**).

I.4.3. Salage

Le salage consiste à enrichir la pâte (caillé) en chlorure de sodium, au taux moyen de 2%, il est effectué en appliquant du sel sec à la surface, salage dans la masse au niveau du lait ou du caillé, en l'immergeant dans la saumure (**Ramet, 1985**). Il a un triple rôle : Règle l'activité de l'eau (Aw) du fromage, complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte, relève la saveur du fromage ou masque ou exalte le goût de certaines substances formées au cours de l'affinage (**FAO, 1995**).

I.4.4. Affinage

Selon **Bennett et Johnston (2004)**, l'affinage est l'étape la plus complexe de la fabrication des fromages maturés. Cette dernière dépend de chaque caractéristique physicochimique ou microbiologique du fromage. Cette étape correspond à un ensemble de dégradations enzymatiques simultanées ou successives du caillé. Il résulte de trois phénomènes biochimiques : la fermentation du lactose, dégradation des protéines et l'hydrolyse de la matière grasse (**FAO, 1995**).

I.5. Classification des fromages

1.5.1. Classification du codex alimentaire

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

- (Formule I) : Selon la fermeté qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 % d'où la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).
- (Formule II) : La deuxième classification est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.
- (Formule III) : Dans la troisième classification, les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinage du fromage.

I.5.2. Différents types de fromages

Il existe 8 grandes familles

- Les fromages frais : 2 étapes de fabrication

Première étape : Caillage, égouttage ;

Deuxième étape : Moulage, salage, aromatisation.

Ils peuvent être aussi enrichis en crème. Les fromages blancs, les Petits Suisses (**Mahaut et al, 2000 ; Luquet et Corrieu, 2005**).

- **Les pâtes molles à croûte fleurie** : Des moisissures blanches et ocrées fleurissent la croûte tels que Le Brie de Meaux et de Melun, Le Camembert (**Pradal, 2012**).

- **Les pâtes molles à croûte lavée** : Proches des précédentes, la croûte est lavée à l'eau salée puis brossée. Croûte lisse et vernie allant du jaune paille au rouge brique foncé. L'Époisse, le Munster, le Reblochon (**Eck et Gilis, 1997**).

- **Les fromages de chèvre** : Frais, tendres, demi secs, secs ou durs. La croûte peut être fleurie, lavée, cendrée ou saupoudrée d'aromates. Cabécou, Crottin de Chavignol, la tomme de chèvre.

- **Les pâtes persillées** : Fromages à pâtes molles, à moisissures internes, fabriqués à partir du lait de vache ou de brebis. Affinage long et dans des caves humides. Comme le Roquefort, Le Bleu de Gex.

- **Les pâtes pressées non cuites** : Le caillé est tranché, brassé, moulé et pressé. L'affinage au sel en caves humides. Tomme de Savoie, Cantal, Saint-Nectaire, Morbier, Mimolette (**Eck et Gilis, 1997**).

- **Les pâtes pressées cuites** : Le caillé est tranché puis chauffé, moulé puis pressé. Salé et affiné en caves chaudes. Le Comté, Le Gruyère français ; l'Emmental, le Beaufort (**Majdi, 2009**).

- **Les fromages fondus** : Constitués d'un ou plusieurs fromages fondus auxquels nous avons ajouté du lait, de la crème, des épices ou des aromates. Ils sont ensuite moulés. La Crème de Gruyère, les fromages à tartiner (**Eck et Gilis, 1997**).

I.6. Composition des fromages

Protéines, calcium, riboflavine, vitamines A et D sont parmi les constituants du fromage, ceux dont la valeur nutritionnelle mérite le plus d'être étudiée.

I.6.1. Protéines

Le fromage est un aliment protéique par excellence. Les fromages sont les aliments les plus riches en protéines, notamment les pressés dont la teneur en protéines dépasse celle de la viande (30% vs 20%) (**O'Brien et O'Connor, 2004**).

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30% de protéines. Ce sont les aliments les plus riches en protéines, en particulier les fromages à pâte pressée dont la teneur en protéines (30%) dépasse celle de la viande (20%). Ces protéines proviennent de la caséine modifiée dont, au cours de l'affinage, une partie importante (entre 20 et 30% selon les fromages) se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes, différentes selon la microflore, ce qui confère au produit final sa texture et sa saveur. Du fait de cette protéolyse, les protéines du fromage sont aisément digestibles. Outre sa teneur élevée en protéines, la haute valeur biologique du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminés très intéressante sur le plan nutritionnel (**Dillon et Berthier, 2007**).

I.6.2. Calcium

Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium. Toutefois, le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et de mode de fabrication. On note une bonne constance des teneurs en calcium pour les fromages à pâte pressée, par contre, parmi les fromages à pâtes molles, on constate une grande variabilité, en particulier pour le camembert dont la teneur en calcium varie selon la marque de 200 à 700 mg par 100g d'après (**Guégen, 1979**). Le même auteur a proposé une classification approximative des fromages en fonction de leur teneur en calcium en mg pour 100g :

Tableau I : Classification des fromages selon la teneur en calcium (Eck et Gillis, 2006).

Fromages	Teneur en Calcium / 100g
Pâtes pressées cuites	1000 à 1200 mg
Pâtes pressées	600 à 900mg
Fromages fondus, fromages persillés	500 à 700 mg
Pâtes molles à croûte lavée	400 à 800 mg
Pâtes molles à croûte fleurie	200 à 500 mg
Fromage de chèvre	100 à 300 mg
Fromage frais	60 à 100 mg

Tout comme le calcium du lait, le calcium des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et de phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéines qui en favorisent l'absorption intestinale.

I.6.3. Vitamines

La teneur en vitamines liposolubles, essentiellement vitamines A et D, accessoirement vitamine E, est directement fonction de la richesse du produit en lipides, laquelle peut varier de 0% dans certains fromages écrémés à 70% dans les produits enrichis en crème. Leurs teneurs sont fonction de celle des matières grasses des laits utilisés comme matière première, de l'adjonction de crème et de la concentration en matière sèche. Les teneurs en vitamines D et A restent faibles (respectivement 0,2µg/100g et 0,5mg/100g en moyenne) (**O'Brien et O'Connor, 2004**).

Quant à la teneur en vitamines hydrosolubles, celle-ci varie considérablement selon les fromages. En effet, elle est le résultat de deux facteurs opposés : la perte qui survient au moment de l'égouttage et l'enrichissement qui survient en cours d'affinage. C'est ainsi que les vitamines de groupe B sont en grande partie éliminées avec le lactosérum au cours de l'égouttage (25% seulement étant retenu dans le caillé) et que la vitamine C est intégralement éliminée.

En compensation, les microflore bactérienne et fongique synthétisent plusieurs vitamines du groupe B (**Tremoliere et al., 1984**). On constate un enrichissement en riboflavine, acide pantothénique, pyridoxine et acide folique dans le fromage fini, parfois aussi en thiamine. Dans certains cas, on note une diminution de la teneur en certaines vitamines : par exemple, l'acide folique est consommé par les bactéries lors de la maturation des fromages fermentés. Pour toutes ces raisons, une teneur moyenne des fromages en vitamines B n'a guère de signification (**Adrian, 1987**).

I.6.4. Lipides

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres qui va de 0,25% de la matière grasse dans le camembert frais à 6,4% dans le camembert très affiné. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme. Les lipides du lait (triglycérides, phosphoglycérides, sphingosides) se trouvent dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestibles (**Vignola, 2002**).

Les lipides d'origine laitière sont une source de vitamines A, D et E pour l'essentiel. Les laits de ruminants sont caractérisés par la présence d'acides gras conjugués (CLA : acide linoléique conjugué) dont l'intérêt nutritionnel est démontré (**Bargis, 2012**).

I.6.5. Sodium

Le salage du caillé est employé pour plusieurs raisons. Outre le fait que le chlorure de sodium intervient pour relever la saveur du fromage, on l'utilise pour limiter la prolifération de certaines moisissures indésirables et pour régler l'humidité du caillé (**Adrian et al ,1995**).

I.6.6.Eau

Selon la quantité résiduelle dans le caillé, l'eau a un effet direct sur la dureté du fromage, et du coup sur sa texture. La teneur en humidité des fromages est l'un des critères de classification des fromages, voir qu'un fromage à pâte molle peut contenir plus de 50% (g/100g) d'eau, une pâte semi dure entre 45 et 50% alors qu'une pâte dure en aura entre 35 et 45% (**Vignola, 2002**).

I.6.7.Glucides

Dans de nombreux fromages, il n'y a pas de lactose, ou seulement une très faible concentration, car la majeure partie du lactose du lait entrera dans le lactosérum et le lactose retenu dans le caillé du fromage sera partiellement ou complètement converti en acide lactique par les bactéries du départ (**Renner, 1993**).

Les fromages affinés ne contiennent en général pas de glucides, la petite quantité de lactose restant dans le caillé en fin d'égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Le lactose étant le principal glucide du lait, sa quasi-totalité se transforme en acide lactique au cours du caillage (fromage blancs et fromages à pâte molle) ou de l'affinage et/ou éliminé avec le lactosérum au cours de l'égouttage (**O'Brien et O'Connor, 2004**).

I.7. Intérêts nutritionnels des fromages

I.7.1. Valeur énergétique

La teneur calorique des différents fromages varie de 100 Kcal pour 100g de fromage frais à 350 Kcal environ pour 100g de fromage à pâte pressée. Avec une teneur en lactose faible, l'essentiel des calories provient des lipides. Ainsi, un emmental ou un gruyère à 45% de matière grasse contient 30g de lipides qui apportant 270 Kcal, les protéines et les glucides ne représentant que 120 Kcal. (**Dillon et Berthier, 1997**).

Tableau II : Quantités de produits laitiers conseillées par jour (en g) (Eck et Gillis, 2006).

Tranches d'âge des sujets	Lait	Fromages
Enfant de 2 à 6 ans	500-600	20 à 30
Enfant de 7 à 11 ans	500- 600	30
Adolescent de 12 à 15 ans	500	50
Adolescent de 15 à 20 ans	500	50 à 80
Adulte	350	30 à 50
Femmes enceintes	500	50
Personnes âgées	500	30

I.7.2. Valeur nutritive des protéines

La teneur en acides aminés essentiels des protéines du lait et des fromages confère à ces produits une valeur biologique extrêmement élevée. De ce fait, ils conviennent tout particulièrement aux sujets en croissance dont les besoins en acides aminés sont plus élevés que ceux de l'adulte. **(Dillon et Berthier, 2007).**

Il est possible de calculer les quantités recommandées de lait, fromage frais, fromage à pâte molle et fromage à pâte pressée qu'un adulte devrait intégrer quotidiennement pour couvrir ses besoins en acides aminés essentiels (en supposant que l'un de ces produits laitiers constitue la seule source de protéines du régime).

On constate ainsi que l'emmental est le plus apte à fournir, avec une quantité de produits plus faible par rapport au fromage frais et au camembert, la couverture minimale en acides aminés essentiels. En dépit de son intérêt, ce calcul est très théorique puisque les données ne correspondent pas à nos habitudes alimentaires. Sur le plan pratique, les quantités recommandées quotidiennement doivent tenir compte de la consommation de lait qui demeure irremplaçables, en particulier chez l'enfant.

Pour remplacer 0,500 l de lait, il faut approximativement 70g de fromage à pâte pressée, 90g de fromage à pâte molle ou 120 g de fromage frais. Pour tenir compte des recommandations des experts sur les apports nutritionnels conseillés pour la population française on conseille l'ingestion quotidienne des quantités suivantes de lait et fromage suivant l'âge de sujet :

Tableau III : Quantité de fromage nécessaire, pour couvrir les besoins minimum journaliers en acides aminés essentiels de l'adulte (en g) (Eck et Gillis, 2006).

Produits laitiers	Acides aminés essentiels							
	Lys	Try	Phé	Mét	Thr	Leu	Ile	Val
Lait	276	463	610	1000	333	323	333	348
Caséine	10	15	20	34	11	11	11	11
Fromage frais	61	93	125	216	70	68	69	70
Fromages à pâte molle	44	68	91	151	51	50	50	51
Fromage à pâte pressée	33	49	67	144	37	36	37	37

I.8. Bienfaits des fromages sur la santé

Des études ont montré que les bactéries lactiques du fromage favorisent la santé en augmentant la barrière des muqueuses intestinales à l'invasion des agents pathogènes (Carr *et al.*, 2002).

Certaines espèces sont des probiotiques qui sont des microorganismes vivants, qui lorsqu'ils sont administrés en quantité adéquate, confèrent un bénéfice à l'hôte, les plus importantes sont : *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* (Hutkins, 2006).

Elles sont métaboliquement actives lors de leur passage dans le tractus intestinal, et ont un effet protecteur par la production d'acides, peroxyde d'hydrogène ou des substances antimicrobiennes, la compétition pour les nutriments ou les récepteurs d'adhésion, l'action antitoxine et la stimulation du système immunitaire.

Certaines espèces ont la capacité d'améliorer les fonctions immunitaires non spécifiques des cellules phagocytaires (neutrophiles, monocytes, macrophages). D'autres tel que les *Lactobacillus* (quelques souches) ont des activités antimicrobiennes contre les bactéries pathogènes, telles que la production des peptides bactéricides et inhibent l'adhésion des agents pathogènes aux entérocytes.

Certains exopolysaccharides (EPS) des bactéries lactiques ont aussi un bénéfice sur la santé telles que des activités antitumorales, immunomodulatrices en plus d'une activité prébiotique et hypocholestérolémiant (Shetty *et al.*, 2006).

Chapitre II
Les fromages traditionnels
en Algérie



CHAPITRE II : LES FROMAGES TRADITIONNELS EN ALGERIE

II.1. Fromages traditionnels en Algérie

Vu que le lait représente une source de protéines animales appréciables, l'Algérie donne une grande importance au secteur laitier (Makhlouf et al., 2015).

En Algérie, la consommation des produits laitiers relève d'une longue histoire traditionnellement liée à l'activité d'élevage, les produits laitiers étant fabriqués par des processus artisanaux anciens, à partir du lait ou de mélange de lait de différentes espèces (Leksir et al., 2019).

Il existe une large gamme de ces produits laitiers traditionnels. Le tableau suivant démontre les principales catégories des produits laitiers traditionnels Algériens (Tableau IV) :

Tableau IV : Principaux dérivés laitiers et fromages traditionnels Algériens (Leksir et al., 2019).

Dérivés laitier gras	Boissons fermentées	Principales catégories des fromages Algériens			
		Fromages Frais	Fromages affinés	Fromages fondus	Fromages durs
<i>Smen</i> <i>Udhi</i>	<i>Ikil</i> <i>Ighi</i>	<i>Jben</i> <i>Mechouna</i> <i>Ighounane</i> <i>Aghoughlou</i> <i>Kemariya</i> <i>Oudiouane Oulli</i> <i>Tiklilt frais</i>	<i>Bouhezza</i>	<i>Medghissa</i>	<i>Ioulsâne</i> <i>Takammart</i> <i>Tiklilt séché</i>

Pour éviter tout gaspillage, étant donné que le lait est une denrée rapidement périssable, l'essentiel doit être transformé (Bencharif, 2001). La fabrication du fromage est le moyen le plus simple et le plus anciennement connu pour conserver le lait qui représente une source de protéines animales appréciable. La transformation du lait en fromages traditionnels est le plus souvent faite par les femmes au foyer, servent à l'autoconsommation et la vente de surplus. Les fromages traditionnels Algériens peuvent être classés en fromage frais, fromage affiné, fromage fondu et fromage dur.

II.1.1. Fromages frais

II.1.1.1. Tiklilt frais (Klila)

Tiklilt est un fromage fermenté produit dans plusieurs régions de l'Algérie. Sa fabrication consiste au chauffage modéré du *lben* jusqu'à ce qu'il devienne caillé. Ce dernier est égoutté dans une mousseline, le fromage obtenu est consommé tel quel à l'état frais ou bien additionné à des préparations culinaires traditionnelles (Leksir et al., 2019).

II.1.1.2. Ighounane

Ighounane est un fromage fabriqué à partir du colostrum en Kabylie dans les hauteurs de Djurdjura. La préparation de ce fromage se fait dans des ustensiles en terre cuite, enduits d'huile d'olive, dans lesquels est versées une petite quantité d'eau salée, puis le lait est coagulé. Le caillé formé est découpé puis consommé à l'état frais (Lahsaoui, 2009).

II.1.1.3. Aghoughlou

C'est un fromage fabriqué en Kabylie, obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par le latex de figues (*Ficus carica*). Le caillé obtenu est consommé frais (Leksir, 2018).

II.1.1.4. Mechouna

Selon Derouiche et Zidoune (2015), *Mechouna* (*Michouna*) est un fromage frais à pâte molle fabriqué traditionnellement avec le lait de chèvre, mais actuellement le lait de vache est fréquemment utilisé. La fabrication de ce fromage commence par un traitement thermique du lait jusqu'à ébullition. Ensuite nous ajoutons la moitié de la quantité du lait, de *lben* avec du sel, le mélange est chauffé une deuxième fois jusqu'à coagulation et la séparation du caillé et du lactosérum. Une filtration est effectuée d'abord à travers un couscoussier puis dans un tissu (*chèche* ou *mousseline*) et laissé égoutter jusqu'à l'élimination du lactosérum. Un pressage est effectué pour s'assurer que l'égouttage est complet.

Après la récupération du fromage, il est préservé dans des récipients en verre ou en plastique au froid, pendant une durée qui ne doit pas dépasser 6 jours. Il est consommé avec du pain ou additionné au couscous et des pâtes alimentaires. Il peut aussi être mélangé avec plusieurs épices pour améliorer sa qualité organoleptique. Dans cet état, il est dit *Chnina*.

II.1.1.5. Kemariya (Takemmarit)

Takemmarit (*Kemaria*) est un fromage traditionnel fabriqué dans la wilaya de Ghardaia. Il est produit principalement à partir du lait de chèvre, ainsi que le lait de vache et de chamelle. La coagulation du lait se fait par présures animales et végétales. Ce fromage est consommé en dessert arrosé de miel, garni de cacahouètes et servi avec du thé à la menthe durant la période des fêtes (**Leksir, 2018**).

II.1.1.6. Oudiouan Oulli

C'est un fromage fabriqué par les Touaregs. Il est similaire au fromage blanc servi en portion et consommé frais ou sec (**Leksir et al., 2019**).

II.1.1.7. Jben

C'est un fromage frais, traditionnel connu et fabriqué dans les pays du Maghreb. Il est fabriqué avec du lait cru de vache, de brebis ou de chèvre, suite à une étape d'acidification spontanée à température ambiante, pendant 24 à 72 heures selon la saison, et une étape de coagulation par des enzymes coagulants d'origine végétale issues des fleurs de Cardon (*Cynara cardunculus L*) d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) ou d'artichaut (*Cynara scolymus*) ou des graines de citrouilles (**Bendimerad, 2013**). Ces fleurs entières sont mises à macérer dans le lait pour accélérer la coagulation et pour donner un certain goût au fromage.

Le fromage frais « *Jben* » peut être aussi fabriqué en utilisant de la présure animale, extraite à partir de la caillette de veau, d'agneau ou de chevreau. Le lait destiné à la fabrication est chauffé, une fois tiède, un fragment de caillette bovine est macéré dans le lait. Après coagulation du lait et égouttage, le caillé ainsi obtenu peut être salé ou additionné de quelques épices ou de plantes aromatiques (**Lahsaoui, 2009**).

II.1.2. Fromages affinés

II.1.2.1. Fromage « Bouhezza »

Bouhezza est un fromage traditionnel affiné à pâte molle des régions de l'est Algérien dans la zone des "Chaouia" (Oum El Bouaghi, Batna, ...) (**Aissaoui, 2004**). Il est fabriqué à base du lait de chèvre, de brebis et de vache (le plus utilisé) ou aussi d'un mélange des laits. Il est obtenu après la transformation du *Ighi* (*Lben*) dans une « *Chekoua* » confectionnée de la peau de chèvre ou de brebis traitée principalement avec du sel et du genièvre. Le fromage obtenu est mélangé avec du piment rouge piquant avant consommation (**Aissaoui, 2014**).

II.1.3. Fromages fondus

II.1.3.1. *Imdeghest* : (Medghissa)

Fromage fondu de la région des Chaouias, préparé par cuisson à feu doux de *Tiklilt* fraîche ou demi séché au lait entier de vache, chèvre ou de brebis.

La *Medghissa* est consommée et appréciée pour son élasticité. C'est un fromage doux avec un goût faiblement acide, pâte élastique et à caractère pseudoplastique à chaud qui se raffermi avec le refroidissement, odeur et arôme de la famille lactique (**Khoualdi, 2017**).

II.1.4. Fromages durs

II.1.4.1. *Tiklilt* séché (Klila)

Le fromage "*Tiklilt*" peut être consommé comme fromage frais ou bien séché et incorporé à diverses préparations culinaires.

La *Klila* peut être séché jusqu'à devenir comme une pierre (**Ben Danou, 1929**), pendant 2 à 15 jours selon la saison. Il peut être conservé plusieurs années à température ambiante, dans des jarres en terre cuite ou des sacs en peau de chèvre ou de brebis.

II.1.4.2. *Ioulsâne* : (Aoules)

L'*Aoules* ou *Ioulsân*, c'est un fromage traditionnel Algérien du Hoggar au lait de chèvre sec typique (87% à 92% de matières sèches) obtenu à partir de lait de chèvre coagulé spontanément, qui est brassé pour enlever le beurre. Le *Lben* de chèvre résultant est versé dans un pot en argile et chauffé légèrement sur un feu ouvert jusqu'à ce que les protéines précipitent, d'une manière similaire à celle de *Tiklilt*. Le précipité est filtré dans un panier de paille et le caillé est pétri en petite quantité à la fois pour donner la forme d'un petit cylindre plat (2cm d'épaisseur, 6 à 8cm de diamètre) (**FAO, 1990**). Le fromage est ensuite séché au soleil, broyé et peut être consommé en le mélangeant avec les dattes (**Benkerroum, 2013**).

II.1.4.3. Takammart

Littéralement 'Fromage' en langue *Tamasheq* (Touaregs), le *Takemmart* est un autre fromage de la région désertique du Hoggar, il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait. Le caillé obtenu est retiré à l'aide d'un louche et déposé et pétri en galettes sur des nattes à base de tiges de fenouil lui conférant un goût anisé. Les nattes sont, par la suite, exposées au soleil pendant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (**Mahamedi, 2015**).

II.2. Produits laitiers traditionnels en Algérie

Plusieurs produits traditionnels sont progressivement délaissés pour différentes raisons dont la réduction des espaces pastoraux, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires. Ceux dont l'usage est répandu, comme le Rayeb et le Jben, gardant leurs appellations d'origine, malgré le changement du procédé technologique, de nos jours industriel (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

II.2.1. Boissons fermentées traditionnelles

II.2.1.1. *Ikil* : *Rayeb* (lait caillé)

Le *Raib* (ou *Rayeb*) est du lait caillé traditionnellement obtenu après acidification spontanée à température ambiante de lait cru durant une période variant de 24 à 72 heures selon la saison. Le *Raib* est consommé tel quel est ou transformé traditionnellement, la fermentation est associée à des bactéries lactiques mésophiles appartenant aux genres *Leuconostoc* et *Lactococcus* présents naturellement dans le lait cru (**Benkerroum et Tamime, 2004 ; Mechai et al., 2014**).

Le *Raib* est un lait fermenté entier. Il ne subit pas une opération de barattage et d'écémage (**Leksir, 2012**).

II.2.1.2. *Ighi* : *Lben* (petit lait)

Le *Lben* est un des dérivés laitiers le plus connus dans la transformation artisanale du lait. Il est largement consommé en Algérie. Sa préparation artisanale est simple, le lait est abandonné à lui-même jusqu'à sa coagulation. Celle-ci se fait à température ambiante et dure 24 à 48 heures selon la saison. Le barattage qui lui succède, dure 30 à 40 minutes. À la fin du barattage, nous ajoutons généralement un certain volume d'eau (environ 10% du volume du lait) chaude ou froide, selon la température ambiante, de façon à ramener la température de l'ensemble à un niveau convenable au rassemblement des grains de beurre (**Benkerroum et Tamime, 2004 ; Ouadghiri, 2009**).

Sur les hauteurs de Djurdjura, les femmes kabyles utilisent « *Takhssayeth oussendou* » appelée aussi « *Takhechacht* », « *Avechlouq* » ou bien « *Avechlouk* » (Figure 2). La dénomination de cet outil de barattage est différente d'une région à une autre de la grande Kabylie. Les femmes kabyles utilisent cet instrument pour extraire le beurre et préparer *Ighi*, à partir du lait de chèvre ou de vache, après la traite du matin et celle du soir. Ce choix n'a pas été fait au hasard, sur le sol montagneux et rigide de la Kabylie poussent des arbres et des plantes dont la calebasse. Cette plante donne un fruit un peu exotique qui à maturité devient rigide et vide à l'intérieur, il sert de baratte traditionnelle en Kabylie (**Leksir et al., 2019**).



Figure 2 : ‘Thakhssayeth Oussendou’ ou ‘Thakhchachet’ : Calebasse de barattage (Camps, 1984).

Ces barattes qui permettent d’agiter le lait manuellement sont très variées. Elles changent de formes, de matières et de volumes selon les régions. Les Chaouias des Aurès et les Nomades sahariens utilisaient la « Chekoua » (Figure 3) fabriquée à partir de la peau de chèvre ou de brebis après un traitement laborieux. Dans la région de Kabylie orientale (*K’bayel el Hedra*) Ferdjïoua, Mila et Jijel, les femmes utilisaient des ustensiles en terre cuite appelés « *Mezla* » ou « *Artoul* » quand il s’agit de petits volumes (Leksir et al, 2019).



Figure 3 : ‘Chekoua’ : Outre en peau de Brebis/chèvre (Camps, 1984)

Le manipulateur doit secouer énergiquement et vigoureusement avec les deux mains la baratte qui peut être même suspendue à deux cordes sur un support pour être balancée d'un mouvement vif obligeant la masse de lait à heurter violemment les parois, tout en effectuant un léger temps d'arrêt, ce qui permet la formations des grains de beurre sur les parois et qui flottent sur le *Ighi (Lben)*, en ajoutant des petites quantités d'eau chaude ou froide selon la saison pour rassembler ces grains de beurre et récupérer « *Tawaracht n Udhi* ».

Ighi est produit également par voie industrielle, faisant appel à des fermentations contrôlées (Leksir, 2012). L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles (Benkerroum et Tamime, 2004).

II.2.2. Dérivés laitiers gras

II.2.2.1. *Udhi : Zebda* (Beurre frais)

Le beurre frais (*Udhi*) est obtenu après barattage du lait fermenté (*Rayeb*) « *Ikil* ». Ce dernier est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissent en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau (Benkerroum et Tamime, 2004). Ce beurre frais de couleur blanche qui vire un peu vers le jaune, tout dépend des animaux qui l'ont produit, est très rarement utilisé tel quel, car il s'oxyde très vite, contient encore de l'eau. Il est consommé tel quel ou bien servit avec d'autres préparations culinaires, pour assaisonner et améliorer le goût.

II.2.2.2. *Udhi amelhane : Smen* (beurre salé)

Ce produit est un dérivé laitier gras populaire dans les pays de Maghreb notamment l'Algérie (Camps, 1984) et le Maroc (Tantaoui-Elaraki et El Marrakchi, 1987).

Le surplus de beurre produit est transformé en beurre rancie *Smen* par lavage de beurre frais à l'eau tiède, saumurage, puis salage à sec (saupoudrage à la surface : 8g à 10g /100g) (Benkerroum et Tamime, 2004). Ce produit est ensuite conditionné dans des pots en terre cuite fermés hermétiquement pour éviter une oxydation indésirable, et entreposé dans un endroit frais et obscur à température ambiante (Tantaoui-Elaraki et El Marrakchi, 1987). Il est utilisé comme un additif pour améliorer le goût de certaines préparations culinaires traditionnelles (Couscous, etc.).

II.3. Fromage *Tiklilt*

II.3.1. Origine du mot « *Tiklilt* »

Selon, **Dallet (1982)**, *Tiklilt* est un mot Kabyle équivalent au mot *Klila* en arabe. C'est un petit fromage blanc ; caillé cuit qui se faisait notamment à la fête des premières chaleurs des printemps « *Tiritit uzal* ». Ce mot peut fort probablement provenir du mot « *Ikil* » qui signifie le lait caillé. En Kabylie, le lait caillé spontanément en période de fortes chaleurs est appelé aussi « *Tiklilt* ». Comme le fromage *Tiklilt* est fabriqué à base d'un lait caillé récupéré après fermentation et caillage du lait, celle-ci est une forte hypothèse (**Leksir et al., 2019**).

II.3.2. Procédé de fabrication du fromage « *Tiklilt* »

II.3.2.1. Matière première

La fabrication du fromage *Tiklilt* est un patrimoine culinaire propre aux régions d'élevage intensif de bovins, caprins et ovins. Elle caractérise principalement les régions de l'Est d'Algérie. *Tiklilt* est fabriquée à partir de la transformation du lait en période de haute lactation notamment en printemps, vu son abondance pendant ces périodes (**Leksir et al., 2019**).

Le lait est collecté dans des vases à traite et conservé dans des vases à cailler. A défaut de moyen de conservation, il est difficile de conserver cette denrée alimentaire, le lait aigri rapidement, et pour éviter tout gaspillage il est transformé en « *Ikil* » (**Rayeb**) (**Camps, 1984 ; Ben Danou, 1929**). *Ikil* est baratté pour donner *Ighi* qui sera transformé à son tour en *Tiklilt*.

II.3.2.2. Fermentation

Quel que soit l'origine du lait (chèvre, vache et brebis), chaque jour après la traite, il est versé dans un récipient spécial où il va subir un début de fermentation lactique. La température de la fermentation peut varier selon la saison, entre 20°C et 35°C, pendant une journée près d'un foyer, ou protégé sous un tissu en un lieu tiède. Quel que soit l'espèce, les laits ne sont jamais mélangés, chaque type est mis à aigrir séparément (**Gast, 1991**).

II.3.2.3. Barattage

C'est une technique qui sert à extraire le beurre du lait aigri, mais aussi du babeurre devenu de l'*Ighi* (mélange du lait écrémé aigri et d'eau) en secouant à l'aide d'une baratte, qui est différente d'une région à une autre. Pour avoir une bonne agitation il est nécessaire que le volume du lait dans la baratte soit inférieur à la moitié de son volume total (**Gast, 1991**), (**Voir la section II.2.1.2**).

II.3.2.4. Chauffage

Le fromage *Tiklilt* est obtenu par un chauffage relativement modéré du *Ighi* vers 55 à 60°C au maximum. En tout, le chauffage dure 10 minutes. On ne le maintient pas à 55 - 60°C au contraire dès que nous arrivons à cette température, on arrête le chauffage. On observe au cours de ce chauffage, la sortie d'un liquide verdâtre (lactosérum) et la formation de masses blanches élastiques qui s'amassent et se détachent de ce liquide. On enlève le sérum à la louche et on fait passer le coagulum à travers un tissu fin (Mousseline) (Gast, 1991).

II.3.2.5. Égouttage

Cette étape qui succède le chauffage de l'*Ighi*, consiste à laisser égoutter le caillé, puis faire un pressage (à l'aide d'une pierre lourde) pour obtenir une sorte de galette dans laquelle les grains sont solidement rassemblés. Un jour est suffisant pour faire l'égouttage. Cette galette peut être émietée en cubes, et faire sécher les morceaux au soleil. Le séchage est arrêté une fois que les cubes sont bien durs, sinon ils moisiraient rapidement (Gast, 1991).

II.3.3. Conservation du fromage « Tiklilt »

Le fromage sec est conservé dans des outres sèches en peau de mouton ou de chèvre dites « *Mezwed* » (Ben Danou, 1929). Les fragments de *Tiklilt* séchés et durs peuvent être conservés facilement durant une année et même plus, et ils peuvent être réduits en poudre au moment de l'emploi ou bien gardés tels quels. *Tiklilt* fraîche est conservée dans des ustensiles en terre cuite durant une période qui ne dépasse pas une semaine.

II.4. Incorporation du fromage traditionnel '*Tiklilt*' dans les préparations culinaires

Le fromage *Tiklilt* est consommé sous deux formes fraîche et sèche, la forme la plus consommée par nos ancêtres était la forme déshydratée. Les fragments de *Tiklilt* réduits en poudre servent uniquement pour donner du goût aux bouillons et pour enrichir et parfumer les plats à base de céréales. Lorsque *Tiklilt* n'est pas réduit en poudre, on l'incorpore aux plats après en avoir trempé les fragments la veille dans l'eau. Ce fromage séché et broyé est mélangé à des dattes, du beurre, des épices ou de la farine d'orge (Ben Danou, 1929).

Tiklilt fraîche est ajoutée au Couscous passé à la vapeur, elle lui donne un goût très particulier, ainsi pour la préparation de *M'laoui* qui est une sorte de galette traditionnelle grasse dont *Tiklilt* fraîche est incorporée à la pâte lors du pétrissage manuel comme pour *Kessra rekhsisse* (Leksir et al., 2019). Le fromage *Tiklilt* desséché tient lieu de « protéine, viande » dans certaines préparations culinaires (Ben Danou, 1929).

II.5. Analyse sensorielle : Objectifs et applications en Agro-alimentaire

L'évaluation sensorielle (ou l'analyse) sensorielle est une discipline qui a connu ces dernières années un essor important dans le domaine agro-alimentaire. Elle a pour objet de décrire la perception de produits par des individus appelés juges, au cours d'épreuves appelées couramment « tests de dégustation ».

D'après **Dauvilliers (2008)**, il existe trois types de sensorialité :

- *Sensorialité extéroceptive* : 6 organes des sens somesthésie, vision, audition, olfaction, goût et équilibre vestibulaire ;
- *Sensorialité intéroceptive* : Sensibilité des viscères, vaisseaux et endothélium ;
- *Sensorialité proprioceptive* : Muscles, tendons, articulations.

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens (définition de la norme française) la vue, le toucher, l'ouïe, l'odorat, et le goût **Las (2011)**. L'évaluation sensorielle fait appel au système sensoriel de l'homme, système complexe dont les mécanismes d'intégration ne sont pas encore bien connus. Malgré la grande capacité de discrimination des sens humains, ils ont aussi des limites qui peuvent varier d'un individu à l'autre (**Lespinasse et al ,2002 ; Commission Européenne, 2008**).

Selon (**Mac Leod et Sauvageot, 1986**), par définition l'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui en atteignant le niveau de la conscience, deviennent des perceptions.

D'après **Roudaut et Lefrancq (2005)**, l'analyse sensorielle est un passage obligatoire pour les industriels du marché agroalimentaire. En effet, cette technique vise la satisfaction des besoins du consommateur tout en réduisant les pertes aussi bien pour le fabricant que pour le revendeur. Ainsi, selon le type, l'évaluation sensorielle peut avoir comme objectifs :

- La description objective d'un produit pour établir un profil sensoriel.
- L'étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences.
- La conception de nouveaux produits ou l'optimisation de ceux qui existent déjà.
- L'imitation de certains produits.
- L'étude de l'évolution du produit dans le temps (au cours du stockage) pour assurer sa qualité.
- La comparaison entre les produits concurrents.
- La comparaison entre deux produits pour étudier l'influence de certains procédés technologiques sur les qualités organoleptiques.

L'évaluation sensorielle est le facteur clé pour déterminer la durée de conservation de nombreux produits alimentaires. Plusieurs aliments ont une stabilité microbiologique, comme les biscuits, où leur durée de conservation est définie par les changements de ses propriétés sensorielles. Beaucoup d'aliments frais, comme le yaourt ou le fromage, après un stockage relativement prolongé peuvent rester sûrs microbiologiquement, mais ils peuvent être rejetés en raison de ses changements dans leurs propriétés sensorielles (**Hough et al., 2003**).

Dans plusieurs cas, les propriétés physico-chimiques ou même bactériologiques d'un produit ne suffisent pas pour évaluer la qualité d'un produit en fonction de la période à laquelle il est consommé (**Klein and Moeschberger, 2006**). En effet, une évaluation sensorielle est indispensable pour un produit alimentaire donné, qui mettra en avant des périodes auxquelles le produit est optimal. Dans l'exemple d'un produit lacté, il est possible d'avoir un produit tout à fait adapté à la consommation, mais qui dans une évaluation sensorielle, sera trop acide après une certaine période ou aura un aspect moins attrayant.

Méthodologie

Matériels et méthodes

Dans le but d'étudier le procédé artisanal de fabrication du fromage traditionnel « *Tiklilt* » nous avons adopté une méthodologie fondée qui s'articule autour de quatre axes :

- Le premier axe vise à caractériser ce fromage par le biais d'une enquête de terrain dans la wilaya de Tizi Ouzou. Il s'agit de collecter un maximum d'informations auprès de vieilles femmes spécialisées dans sa fabrication. L'enquête auprès de ses dames, nous permettra de tracer fidèlement le diagramme de fabrication du fromage *Tiklilt* ;
- Le deuxième axe consiste à réaliser des essais de fabrication de six (6) échantillons du fromage traditionnel *Tiklilt* au laboratoire selon son procédé artisanal de fabrication à partir de lait de vache. Cette partie a été réalisée dans le but de suivre quelques paramètres de fermentation ainsi que de valider le diagramme de fabrication ;
- Un troisième axe portant sur la réalisation d'essais d'incorporation du fromage *Tiklilt* sous sa forme fraîche dans des spécialités de viennoiserie traditionnelles à savoir le mini cake et le petit pain suivie par une valorisation nutritionnelle (Apport protéique et énergétique) ;
- Un quatrième axe a été nécessaire pour approfondir la caractérisation des formulations alimentaires à base du fromage *Tiklilt* par réalisation d'analyses sensorielles sur six (6) formulations de viennoiseries traditionnelles à base de fromage *Tiklilt*.

Le schéma suivant (Figure 4) illustre les quatre parties expérimentales réalisées dans la présente étude.

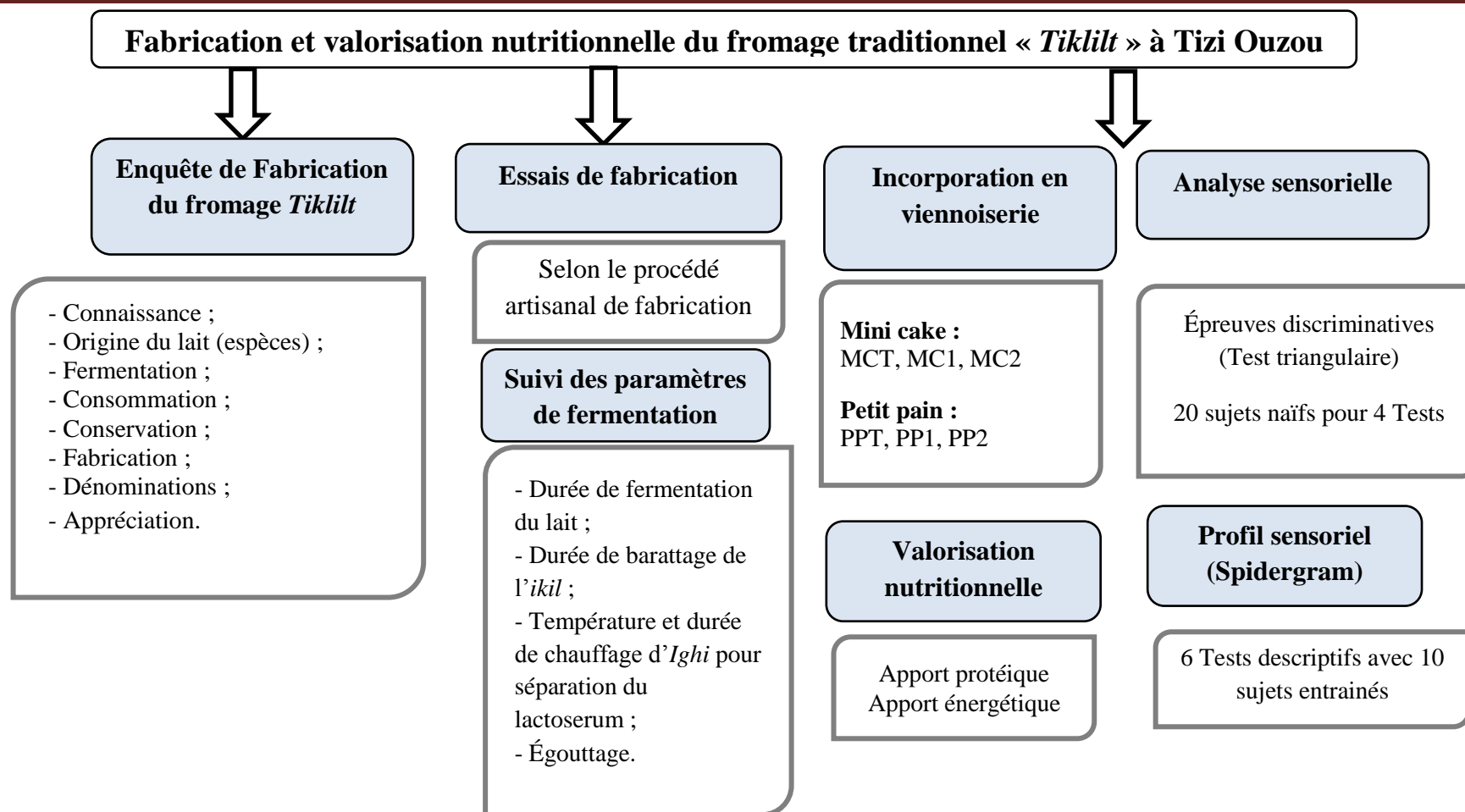


Figure 4 : Aperçu général des méthodes adoptées et des paramètres étudiés pour la réalisation de la partie expérimentale.

I. Étude de terrain

Quand il s'agit de réaliser une enquête dans l'objectif de recenser des produits traditionnels ou d'établir leur diagramme de fabrication, il n'est pas recommandé de viser de grands effectifs, car il s'agit principalement de chercher un consensus dans l'ensemble de réponses obtenus afin de déterminer avec exactitude les différents paramètres relatifs à la fabrication de l'aliment traditionnel en question. Ce type d'enquêtes s'adresse à un panel d'experts (**Grundy et Ghazi, 2009 ; Chibane et Chibane, 2016**).

La méthode d'échantillonnage (choix des répondants) constitue un facteur important par rapport à la qualité des résultats recueillis par le biais d'une enquête. Nous avons recueillis plusieurs bulletins de réponses, dont uniquement 9 ont été retenues. Nous nous sommes adressés par le questionnaire (Annexe 01) dans la section consacrée aux producteurs à bon nombre de personnes dans notre entourage, et nous avons retenu les questionnaires dont le répondant connaissait et consommait le fromage *Tiklilt* et surtout avait une idée sur son procédé de fabrication.

Certes, l'élargissement de l'effectif questionné et de la zone d'étude, permettront sans doute de mettre la lumière sur les différentes variantes du procédé artisanal standard de du fromage traditionnel en question.

I.1. Population cible et échantillonnage

Cette enquête a été réalisée dans des zones rurales de la wilaya de Tizi-Ouzou. La population ciblée se compose de femmes âgées entre 45 ans et 90 ans.

Nous avons ciblé des femmes des zones rurales de la Grande Kabylie (Tizi ghennif, Tamda, Tizi Rached, Yakourène, Draa el mizane ...) afin d'accueillir un maximum d'informations sur la pratique de fabrication artisanale du fromage « *Tiklilt* » et d'établir son diagramme de fabrication traditionnel ainsi que pour collecter des informations concernant les différentes préparations culinaires à base de ce fromage traditionnel. Nous avons choisi les femmes âgées car elles sont les dépositaires du savoir-faire culinaire qui se transmet oralement à travers les générations.

I.2. But de l'enquête

L'enquête avait pour but de déterminer la place socio-économique du fromage *Tiklilt* fabriqué selon des procédés artisanaux dans différentes régions rurales de la grande Kabylie. Pour la fabrication de ce fromage nous avons collecté du lait cru de différentes régions.

I.3. Déroulement de l'enquête

La réalisation de l'enquête au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou a été faite entre le début du mois de janvier et la fin mars 2023, elle a été réalisée en se basant sur un questionnaire planifié préalablement préparé (Annexe 01).

Le questionnaire a été traduit sur place en langue dialectale maternelle Kabyle (*Tamazight*) pour faciliter le dialogue avec les personnes enquêtées. Afin d'accéder facilement au contact des familles dans le milieu rurale surtout, nous avons fait appel à des femmes de leur connaissance.

II. Fabrication du fromage traditionnel « Tiklilt »

Nous avons réalisé les essais de fabrication après avoir établi le diagramme de fabrication le plus prépondérant qui englobe la préparation du *Ikil* ainsi que la fabrication du fromage *Tiklilt* après récupération du beurre et élimination du lactosérum.

La fabrication des échantillons du fromage traditionnel « *Tiklilt* » a été réalisée dans la période allant du 16/04/2023 au 31/05/2023.

II.1. Matériel biologique

Dans cette étude nous avons utilisé six (6) échantillons de lait d'origine bovine. La collecte de nos échantillons a été réalisée exclusivement dans les régions ainsi que les villages kabyles de la wilaya de Tizi Ouzou. Un seul échantillon nous a été offert gratuitement, les autres 5 échantillons de lait ont été achetés chez des fermiers et propriétaires de troupeaux d'élevage et des crèmeries dont le prix varie entre 120 DA et 150 DA. Ces échantillons ont été transportés à partir des lieux de collecte et/ou d'achat et ont été étiquetés.

Un barattage des échantillons fermentés « *Ikil* » a été effectué par la suite tout en suivant l'ancienne méthode utilisée par nos grands-mères dans « *Takhsayt Oussendou* ou *Takhchacht* ». L'appellation de cet ancien outil de barattage est différente d'un village à un autre et d'une région à une autre de la grande Kabylie (Tizi Ouzou). La fin du barattage a été définie par la formation de « *Udhi* » (beurre) et « *Ighi* » (petit lait). A partir d'*Ighi*, nous avons fabriqué notre fromage traditionnel « *Tiklilt* » suite à un traitement thermique (chauffage) et un égouttage.

Les échantillons du fromage fabriqués ont été conservés dans le congélateur dans des bocaux en verre préalablement stérilisés jusqu'au moment de l'utilisation. Les échantillons collectés pour cette étude sont décrits dans le Tableau V.

Tableau V : Description des échantillons de « lait » ayant servi à la fabrication du fromage « Tiklilt ».

Echantillons	Type du lait	Origine du lait (région)	Position GPS [Source : Google Earth 2021]	Date et heure de début de fermentation	Race	Durée de fermentation	Date de fabrication	Température ambiante (Max ; Min)
1	Vache	Freha	36° 45' 8.4" N, 4° 18' 55.8" E	16/04/2023 à 13 h	Montbéliarde	24 heures	17/04/2023	°6.4C ; 1.5°C*
2	Vache	Azazga	36° 44' 41" N, 4° 22' 20" E	24/04/2023 à 15 h	Montbéliarde	24 heures	25/04/2023	9.4°C ; 4.6°C*
3	Vache	Yakouren	36° 44' 05" N, 4° 26' 19" E	02/05/2023 à 6h30min	Kabyle	24 heures	04/05/2023	8.5°C ; 5.9°C*
4	Vache	Mekla	36° 40' 54.41" N, 4° 15' 49.61" E	09/05/2023 à 7h	Montbéliarde rouge	48 heures	11/05/2023	14.3°C ; 7°C*
5	Vache	Bouzgen	36° 46' 12.00"N, 4° 28' 12.00"E	17/05/2023 à 15 h	Kabyle	72 heures	20/05/2023	10.6°C ; 5.8°C*
6	Vache	Tizi Ghennif	36° 35' 18.2"N, 3° 46' 28"E	29/05/2023 à 6h30min	Kabyle	48 heures	31/05/2023	17.5°C ; 12.5°C*

* : <https://www.meteo.dz/home> <https://www.infoclimat.fr/>



Figure 5 : Positionnement géographique des sites d'échantillonnage du lait destiné à la fabrication du fromage traditionnel « *Tiklilt* »
[Source : Google Earth 2023]

II.2. Instruments utilisés pour la fabrication du fromage « *Tiklilt* »

Le matériel utilisé dans la présente étude est cité dans le Tableau VI et illustré dans l'annexe 02.

Tableau VI : Liste du matériel utilisé.

Appareil	Marque
Cuillère balance numérique	RoHS COMPLIANT LFGB
Réfrigérateur	Beko Pro Smart Inverter RDNE56WSX
Balance de cuisine	SF-400
Thermomètre digital	TP 300 ; WT -1
Plaque chauffante	NEWSD Z-500

III. Valorisation nutritionnelle du fromage traditionnel « *Tiklilt* » par incorporation en viennoiserie

La transformation du lait en fromage comme le type *Tiklilt* reste une solution pour prolonger sa conservation et son utilisation. Les usages de ce fromage dans des plats cuisinés salés traditionnels, sont multiples et variables d'une région à l'autre. Par contre son usage dans les préparations sucrées reste rare dans la pâtisserie traditionnelle. Ainsi ce travail vise à élargir les domaines d'utilisation de ce produit dans certaines spécialités de la pâtisserie traditionnelle locale.

III.1. Choix et formulation des produits à base du fromage *Tiklilt*

Les essais de formulation et d'incorporation du fromage traditionnel *Tiklilt* en viennoiserie ont été réalisées dans la période allant du début juin 2023 jusqu'au 12 juin 2023.

Pour nos essais nous avons choisis deux produits, préparés en viennoiserie traditionnelle. Selon les ingrédients de base de leurs recettes de préparation, les œufs, le lait et la farine étaient les ingrédients choisis pour la substitution. Nous avons fait des essais sur chaque produit avec différents niveaux d'incorporation. Les différentes préparations du même type de viennoiserie ont été préparées (avec incorporation de *Tiklilt*), et ensuite cuits à la même température et dans un milieu homogène dans les mêmes conditions.

III.2. Présentation des produits et codage

Dans la gamme des produits préparés ; nous avons retenus deux variantes selon les ingrédients de base de leurs recettes de préparation. Les œufs, le lait et la farine sont choisis pour la substitution dans les 2 produits à savoir Mini cake et petit pain.

Nous avons fait des essais sur chaque produit à différents niveaux. Nous avons réalisé des substitutions du lait, d'œufs et de farine avec *Tiklilt*.

Les codages des échantillons des 2 produits sont décrits et reportés dans l'annexe 03. Les recettes du mini cake témoin ainsi que du petit pain témoin sont données par le tableau suivant :

Tableau VII : Recettes des témoins mini cake et petit pain

Formulations	Recettes
Mini cake témoin (MCT)	4 œufs moyens 140 g sucre 100 ml huile 100 ml lait 180g farine T45 10 g levure chimique 7 g sucre vanillé
Petit pain témoin (PPT)	370g de la farine T 55 10 g de levure de boulangerie 50 ml d'huile 16g de sucre 8g de sel 200 ml de lait

III.2.1. Préparation du mini cake

Deux substitutions ont été réalisées à savoir :

MC1 : Substitution : 100ml lait→100g de fromage *Tiklilt*

MC2 : Substitution : 2 œufs →100g de fromage *Tiklilt*

Les étapes de préparation du mini cake témoin sont données par l'annexe 04.

III.2.2. Préparation du petit pain

Deux substitutions ont été réalisées à savoir :

PP1 : Substitution : 100 ml de lait →100g *Tiklilt*

PP2 : Substitution : 100g de farine T45 →100g *Tiklilt*

Les étapes de préparation du petit pain témoin sont données par l'annexe 05.

III.3. Valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage « *Tiklilt* »

Après avoir incorporé le fromage *Tiklilt* dans deux types de produits alimentaires : Mini cake et Petit pain, nous avons procédé à une valorisation nutritionnelle des différentes préparations à base de ce fromage.

III.3.1. Valorisation qualitative 'Apport protéique'

Nous avons calculé les valeurs moyennes des protéines du fromage *Tiklilt* issue de lait de vache, nous avons ensuite estimé l'apport qualitatif (protéique) du fromage *Tiklilt* aux différentes préparations alimentaires étudiées.

III.3.2. Valorisation quantitative 'Valeur énergétique'

En se basant sur les tables alimentaires Anses Ciquel 2020, nous avons calculé l'apport énergétique pour 100 g de la totalité des produits étudiés (MCT, MC1, MC2, PPT, PP1 et PP2) nous avons calculé la valeur énergétique moyenne du fromage *Tiklilt* ce qui nous a permis d'estimer l'apport calorique de ce dernier aux préparations alimentaires étudiés (Petit pain et Mini cake).

IV. Analyse sensorielle

Les fromages traditionnels sont caractérisés par un lien fort avec leur terroir d'origine et attestent de l'histoire et de la culture de la communauté qui les produit. Chaque fromage traditionnel provient de systèmes complexes qui lui donnent des caractéristiques organoleptiques spécifiques. Ces caractéristiques sont liées à divers facteurs de biodiversité, comme l'environnement, le climat, la prairie naturelle, la race des animaux, l'utilisation de lait cru et de sa microflore naturelle, la technologie fromagère s'appuyant sur le savoir-faire unique des hommes et non pas sur une technologie automatisée, les outils historiques et enfin les conditions naturelles d'affinage.

L'analyse sensorielle est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). On parle aussi de sensimétrie ou de métrologie sensorielle. L'analyse sensorielle est fondée sur trois niveaux métrologiques: percevoir, identifier, discerner.

IV.1. Épreuves discriminatives : Test triangulaire : Norme NF ISO 4120 (2004)

Nous avons voulu procéder à des tests réels, les personnes retenues pour participer à ces tests discriminatifs de consommation ne sont ni expérimentées ni choisies pour leur acuité sensorielle mais sont de potentiels consommateurs des produits laitiers. Pour ce type de test,

on interroge des personnes et les résultats servent à prévoir les attitudes de la population cible. Les 4 panels de dégustateurs amateurs retenus sont formés chacun de 20 personnes sans expérience. Les panels de dégustateurs amateurs que nous avons recrutés sur place vont servir à nous fournir les premiers renseignements sur la distinction des produits témoins des produits avec incorporation du fromage traditionnel « *Tiklilt* » dans un premier temps, et ont souvent lieu avant les tests descriptifs. Les tests avec de tels panels sont beaucoup plus faciles à réaliser que les tests descriptifs permettant de mieux caractériser les produits en question. Ces panels servent toutefois à compléter et non pas à remplacer les tests descriptifs et hédoniques (de préférence).

Les épreuves discriminatives permettent de tester l'hypothèse de l'identité entre deux produits. Elles sont utilisées lorsque les différences entre produits sont faibles et lorsque la nature des différences n'est pas connue. Donc l'objectif est de déterminer s'il existe une différence perceptible entre les produits ou bien une similitude sans décrire la nature de celles-ci.

Ces épreuves précèdent les épreuves de type descriptifs ou hédonique. Si aucune différence n'a été mise en évidence globalement, il ne paraît pas intéressant de chercher à la décrire ou à organiser un test de préférence.

Le nombre de sujets nécessaires pour un test discriminatif dépend du risque qu'on accepte de prendre. Pour le test triangulaire, il est recommandé de travailler minimum avec 18 à 25 sujets. Il est recommandé d'utiliser des sujets ayant une certaine connaissance du principe du test. Les échantillons sont codés par un nombre aléatoire avec un ordre de dégustation imposé.

Le sujet reçoit trois échantillons codés dont deux sont identiques et un différent. Le sujet doit indiquer lequel est différent, il doit donner une réponse.

Donc le principe du test est très simple, 3 produits, dont 2 identiques, sont proposés à N juges (annexe 06). En effet, la tâche, pour les sujets (18 à 25 sujets), consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété (Réponse forcée). L'épreuve triangulaire présente les avantages classiques des méthodes discriminatives : facile à mettre en œuvre, simple à réaliser pour les sujets, interprétation aisée. Elle permet aussi de suivre la qualité des réponses des sujets (Depledt, 2009).

IV.1.1. Déroulement de la dégustation

Les séances de dégustation des formulations alimentaires préparées à partir du fromage traditionnel « *Tiklilt* » ont été réalisées au niveau du laboratoire pédagogique de

physicochimie N°2 de la faculté des sciences de la nature et de la vie et de l'univers (UMMTO) durant la première quinzaine du mois de juin (début juin jusqu'au 12 juin). Des précautions ont été prises pour que les sujets ne soient pas influencés par des facteurs extérieurs.

Pour Le teste triangulaire nous avons suivi les étapes suivantes :

- Nettoyage des postes de dégustation ;
- Etiquetage des produits de façon anonyme et neutre en utilisant des codes composés de trois chiffres.

Chaque poste de dégustation est muni de :

- Bouteille d'eau et verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation ;
- Serviettes en papier pour les éventuels débordements ;
- Bulletin de réponse (Annexe 06)

Les échantillons sont disposés dans des assiettes. Les figures suivantes montrent des dégustateurs effectuant une évaluation sensorielle des produits étudiés.



Figure 6 : Déroulement du test triangulaire pour le MCT et MC1



Figure 7 : Déroulement du test triangulaire pour le PP1 et PP2

IV.2. Profils sensoriels

Les épreuves descriptives se pratiquent avec un jury d'experts, elles permettent par exemple de faire une relation entre l'appréciation d'un produit et certains de ces attributs, d'expliquer en quoi deux échantillons sont différents, de relier l'analyse sensorielle et les analyses instrumentales, d'étudier l'évolution d'un produit au cours du temps, de sélectionner les attributs à étudier durant les tests consommateurs ou encore de fixer des spécifications de produits, les épreuves descriptives peuvent porter sur un seul ou plusieurs attributs du produit. Dans ce dernier cas, on obtient un profil du produit.

Plusieurs aspects interviennent dans l'analyse descriptive. Tout d'abord, l'approche qualitative consiste à décrire le produit sous un ou plusieurs de ses différents aspects (arôme, texture...). La première difficulté est de mettre tous les juges d'accord sur les termes à employer. Il est important d'arriver à un langage commun, c'est pourquoi il est recommandé de se référer à un vocabulaire commun.

Ensuite, l'approche quantitative consiste à mesurer l'intensité des différents descripteurs énoncés lors de la phase qualitative.

Nous nous sommes limités à utiliser six descripteurs pour chaque caractérisation pour éviter la fatigue sensorielle chez les dégustateurs.

Le déroulement des séances de la dégustation pour les tests descriptifs est montré par la figure 08. La photo C montre le laboratoire où les épreuves de dégustation ont eu lieu. Les photos A et B montrent la réalisation des tests descriptifs pour les mini cakes. Concernant le petit pain, les séances de dégustation sont données par les figures D, E, F, G et H.



A



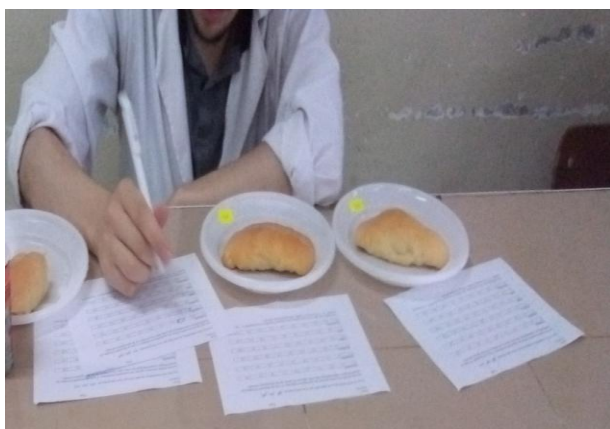
B



C



D



E



F



G



H

Figure 08 : Évaluation sensorielle par les dégustateurs

Les descripteurs concernaient l'aspect, l'odeur, la saveur et la texture des préparations alimentaires en question. Le tableau suivant résume l'ensemble des descripteurs retenus pour la réalisation des épreuves descriptives du mini cake et du petit pain. Le traitement statistique des résultats des épreuves descriptives a été réalisé avec Microsoft Excel 2013.

Tableau VIII : Descripteurs retenus pour les tests descriptifs des mini cakes et des petits pains

	Avant dégustation	Pendant dégustation	Après dégustation
Aspect	Irrégulier Brillant		
Odeur	Vanille		
Flaveur		Sucré Acide	Fermenté
Texture	Léger	Moelleux Aéré Sableux	Granuleux Gras

Le local où se déroule les analyses sensorielles doit répondre à des normes bien précises (AFNOR NF V 09-105). Concernant les sujets, un certain nombre de consignes ont été préalablement communiqués aux juges avant d'être pris en considération (Tableau IX).

Tableau IX : Consignes pour le jury des épreuves sensorielles

Consignes	Commentaires
<i>Avant la séance</i>	
- Ne pas fumer, boire du café, manger des bonbons, chewing-gums ou autres aliments à forte saveur juste avant la dégustation. - Ne pas utiliser de rouge à lèvres.	Ces produits peuvent perturber la perception du sujet en créant des saveurs parasites.
- Eviter l'emploi de lotions après rasage ou de parfum. - Ne pas fumer dans la salle de dégustation.	En plus de créer des odeurs parasites, ces produits peuvent incommoder d'autres personnes.
- Signaler au responsable un état maladif, une grossesse, la prise d'éventuels médicaments.	Le responsable ainsi tenu au courant pourra expliquer d'éventuels changements de performance du juge.
- Etre ponctuel et prévenir en cas d'absence.	Si vraiment les circonstances font que le juge se présente à la séance dans un état psychologique qui ne permet pas sa concentration, il est préférable que celui-ci se désiste.
<i>Pendant la séance</i>	
- Lire attentivement le questionnaire avant de commencer le test.	
- Ne pas hésiter à poser une question ou à demander une explication si un point ne semble pas clair.	Si une question doit être posée, le juge appelle discrètement le responsable et pose sa question à voix basse.
- Se rincer la bouche et attendre quelques minutes entre chaque échantillon.	Eviter le phénomène d'adaptation.
- Ne pas parler pendant le test. - Ne pas influencer les autres juges.	
- Vérifier qu'aucune question n'a été oubliée avant de quitter la séance.	

Résultats et discussion

I.1. Diagramme du procédé artisanal de fabrication

La réalisation de l'étude du terrain nous a permis de tracer fidèlement le diagramme de fabrication du fromage traditionnel « *Tiklilt* » selon la méthode artisanale de grand-mères dans la grande Kabylie.

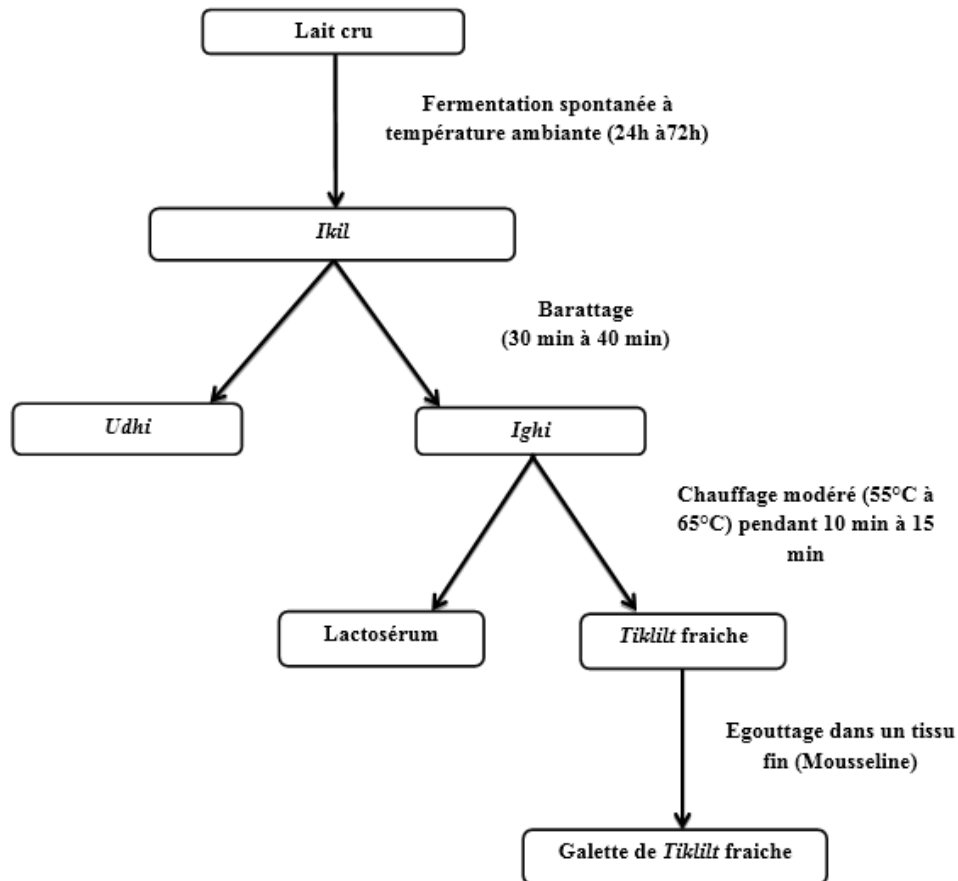


Figure 09 : Diagramme de fabrication du fromage Traditionnel *Tiklilt*

Lors de la réalisation de notre enquête via le questionnaire établi à cette fin (Annexe 1), nous avons remarqué que les sujets jeunes ne connaissent pas le fromage *Tiklilt*. Les sujets connaissant ce fromage étaient les femmes âgées de plus de 45 ans ayant déjà mangé ou observé un membre de leur famille (mère/grand-mère) préparer ce fromage.

Bien que le nombre de répondants ne soit pas très élevé mais les réponses fournies étaient très intéressantes, les informations collectées étaient précieuses émanant d'un savoir-faire ancestral et ça nous a encouragé à continuer dans la thématique car ça contribue à préserver notre patrimoine culturel culinaire surtout qu'il s'agit d'un produit fermenté, nous laissant cette chance de découvrir les propriétés nutritionnelles et sensorielles après son

incorporation en viennoiserie.

Les méthodes traditionnelles de fabrication des produits laitiers fermentés ont été transférées par nos ancêtres à la descendance. Ces compétences font partie du riche héritage de la technologie alimentaire traditionnelle Algérienne.

Les femmes enquêtées avant de nous décrire le procédé de fabrication artisanale du notre fromage *Tiklilt* disaient que le lait occupait une place primordiale dans l'alimentation traditionnelle. Il était considéré comme un aliment magique car il peut changer de nature. Le lait est considéré comme une boisson quotidienne sous toutes ses formes (*Ayefki* (lait), *Ikil* (lait caillé), *Ighi* (petit lait), *Tiklilt*, *Udhi* (beurre)...etc).

Après la traite du matin et celle du soir, le lait frais, qu'il soit de vache ou de chèvre, est versé dans un récipient spécial ou il subit un début de fermentation à une température qui peut varier, selon les lieux ou la saison, entre 20 et 35 °C. Il y séjourne jusqu'au lendemain près d'un foyer ou protégé sous des tissus en un lieu tiède. Une fois que le lait caille (*Ikil*) nous le versons dans *Takhssayth Oussendu* ou *Takhchacht* qui est un ancien instrument de barattage fabriqué à base de fruit du calebassier (calebasse) qui est vide et séché. *Takhssayt* nommée aussi *Avechlouq* est suspendue à deux cordes sur un support, pour être secouée à la main, et on vérifie de temps en temps si le beurre commence à apparaître à la surface (*Thivarzthin n udhi*) qui veut dire les grains de beurre. Une fois que les grains de beurre commencent à apparaître, on verse un peu d'eau tiède ou froide selon la saison pour favoriser le rassemblement de ces grains de beurre.

Quand la motte de beurre est formée en un bloc compact, le barattage est arrêté après une durée de 30 min à 45 min. Nous récupérons *Udhi* à la main en formant des boules (*Thawaracht n udhi* ou autrement dit *Thaqa3vucht n udhi*).

Ces femmes disaient aussi que cette opération de barattage se faisait généralement le matin de bonne heure, elle se faisait avec joie et amour sous des mélodies douces d'*Ichewiqen* chantaient par les femmes. A la fin de toutes ces opérations, le produit fini (*Ighi*) est prêt à la consommation et la baratte (*Takhssayt*) est lavée avec des feuilles de pomme, romarin, myrte et lentisque.

Quant au procédé de fabrication de notre fromage *Tiklilt*, les femmes enquêtées disaient que « *Ighi* », cette boisson lactée fraîche produite selon des procédés assez primitifs décrits préalablement, servira pour la fabrication de ce fromage *Tiklilt*.

La fabrication de *Tiklilt* se fait généralement durant la saison des pâturages (le printemps et l'été) et plus précisément entre le 7^{ème} jour et les 1^{er} mois après la mise bas de la vache ou bien la chèvre. Le lait durant la saison du printemps est en abondance et aussi il est riche en nutriments essentiels (Vitamines et acides aminés).

Une fois le beurre est éliminé, *Ighi* est versé dans une marmite en métal ou en terre cuite et le faire chauffé sur feu doux, sans le toucher pour favoriser la séparation du caillé du lactosérum. Une quantité importante du lactosérum est éliminée à l'aide d'une cuillère ou une louche. Une fois cette opération est finie, le caillé est égoutté dans un tissu fin (mousseline) ou bien est versé directement dans un tamis (*aseksouth*). Une fois qu'il est bien égoutté, le fromage est récupéré sous forme de galette ou bien façonné sous forme de boules.

I.2. Mode de consommation de *Tiklilt*

Le fromage *Tiklilt* est très consommé et même incorporé à divers plats traditionnels. Selon les femmes enquêtées, lorsque la femme accouche « *Nnafsa* », sa maman lui prépare un plat spécial très riche en nutriments essentiels appelé « *Tarekkoucht* », pour que la mère va régénérer le sang perdu et récupérer ces forces et aussi pour avoir une bonne qualité du lait maternel. Ce plat est préparé à base de fromage *Tiklilt* mélangée avec les œufs durs et qui offert dans un ustensile traditionnel appelé « *Taànavit, Tadvrit* ou bien *Taghevrit* », ce fameux ustensile module la température par évaporation spontanée.

Tiklilt est très utilisée pour préparer des mets spéciaux festifs, notamment elle est préparée pour rencontrer le printemps « *Amager n tefsut* », accompagnée des galettes, des figues sèches, le rituel *Sekssu s thgheddiwth* (couscous à la carde scolyme), *Udhi* (beurre), *Berkoukes* (couscous à gros grains), *Ikil* et *Ighi*. Elle est aussi utilisée pour préparer les repas du jour, et plus spécialement le diner qu'ils prendront au retour du pâturage. Le fromage est incorporé aux *Thighrifine* (crêpes), bouillies au lait, et chez certaines d'autres régions, *Tiklilt* est consommée telle qu'elle est fraîche et donnée beaucoup plus aux petits enfants car elle est riche en éléments nutritifs essentiels pour la santé. Tandis que certains d'autres la consomment fraîche additionnée d'un peu de sel.

I.3. Conservation et commercialisation du *Tiklilt*

Ce fromage traditionnel est généralement destiné à la consommation domestique quotidienne. Sa conservation se fait dans des ustensiles en terre cuite à température ambiante et se consomme très rapidement au bout une semaine.

Des fois, ce fromage est destiné à la commercialisation vers la fin de la saison estivale

et dès que les premières figures commencent à apparaître.

II. Résultats de la réalisation d'essais de fabrication du fromage « Tiklilt »

Nous avons établi le diagramme de fabrication le plus prépondérant. Ce diagramme englobe la préparation d'*Ighi* ainsi que la fabrication du fromage *Tiklilt* après récupération du beurre et élimination du lactosérum.



1- Fermentation spontanée à température ambiante



2- Barattage

3- Formation d'*Udhi*



4- Versement contenu de la baratte dans un récipient

5- Récupération de l'*Udhi*



6- Chauffage du *Ighi* et formation
Du lactoserum



7- Mesure de la température maximale
du chauffage



8- Égouttage dans un tamis ou un tissu fin (Mousseline)



9- Formation du fromage *Tiklilt*

Étapes de préparation artisanale du fromage traditionnel *Tiklilt*

Figure 10 : Essais de fabrication du *Ighi* et du fromage traditionnel *Tiklilt*

II.1. Durée de fermentation

Un litre de lait est mis à fermenter dans une bouteille de deux litres en plastiques, afin de faciliter l'opération de barattage par la suite. Le lait est disposé à température ambiante, jusqu'à coagulation spontanée. La température du lait était mesurée tous les jours à l'aide d'un thermomètre de paillasse et la température moyenne de fermentation est enregistrée. Les bouteilles ont été hermétiquement fermées pour favoriser la fermentation lactique. La durée de fermentation était de 24 à 72h. Pendant les journées froides, nous avons mis le lait à fermenter pas loin du chauffage, et la fermentation se faisait rapidement au bout de 24h. Les journées de printemps pas très froides, le lait est laissé fermenter à température ambiante, la fermentation a pris jusqu'à 72h de temps.

II.2. Durée de barattage

Une fois fermenté, le lait est baratté manuellement jusqu'à agglutination et extraction du beurre. Au cours du barattage une quantité d'eau tiède est ajoutée, vers la fin, de façon à ramener la température à un niveau convenant le mieux au rassemblement des globules gras. L'agitation énergique fait éclater les globules de matière grasse et les soude entre eux. La durée moyenne de barattage était de 40 minutes \pm 5 minutes.

II.3. Durée de température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum

Ighi se conserve mal, il aigrit rapidement au bout de deux à trois jours. Pour éviter tout gaspillage, le produit qui échappe à la consommation en cas de surproduction est chauffé pour séparer le lactosérum du caillé (Photo 8) ; et c'est ce caillé qu'on appelle traditionnellement *Tiklilt*. Pour la séparation du lactosérum, nous avons utilisé une plaque chauffante, la température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre numérique. La température moyenne de chauffage de l'*Ighi* pour séparation du lactosérum et récupération de *Tiklilt* était de $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

II.4. Égouttage du fromage *Tiklilt*

L'égouttage a été réalisé selon la méthode traditionnelle à l'aide d'un tissu perméable en mousseline (photo 8). Une simple pression a été pratiquée pour essorer le surplus lactosérum.

III. Résultats de la valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage «*Tiklilt*»

En plus des propriétés fonctionnelles liées au pouvoir aromatisant et le goût, Le

fromage *Tiklilt* est un ingrédient qui a des propriétés culinaires correspondant à des thermofonctionnalités recherchées dans le cas de l'utilisation des sauces consommées le plus souvent à chaud. Ce fromage fond partiellement dans la sauce et joue le rôle d'un épaississant. D'autre part, l'utilisation du fromage *Tiklilt* dans les plats sucrés leur confère une texture particulière lors de la mastication outre des finalités nutritionnelles.

III.2.1. Valorisation qualitative 'Apport protéique'

La quantité très intéressante de protéines contenues dans le fromage *Tiklilt* confirme son excellente qualité nutritionnelle surtout qu'il s'agisse de protéines d'origine animale. Il reste alors le fromage traditionnel Algérien le plus riche en protéines comparé à l'ensemble des fromages traditionnels étudiés à ce jour à savoir, Bouhezza, Jben, Mechouna et Medghissa (**Leksir, 2018**).

Même dans les études les plus récentes, aucun fromage italien à pâte dure n'est déclaré avoir un taux protéique égale ou supérieur à celui du fromage *Tiklilt*. Les taux protéiques les plus élevés que nous avons retrouvés concernent les fromages Grana Padano et Parmigiano reggiano avec des valeurs respectives de $34,21 \pm 1,60\%$ et $34,01 \pm 1,95\%$ (**Manuelian et al., 2017**). Le fromage ayant le taux protéique le plus proche de celui du *Tiklilt* est le Jameed du moyen orient arrivant jusqu'à $54,7\%$ (**Hamad et al., 2016**).

Les besoins journaliers en protéines étant de 0,8g à 0,9g par kilogramme de poids idéal **Matera et al. (2018)**, ils sont évalués selon les rapports de la **FAO (2005)** en moyenne à 49g/jour pour un homme adulte entre 18 et 59 ans. Sachant que la teneur en protéines du fromage *Tiklilt* étant de 59.51g/100g de fromage frais et de 67,4g/100g de *Tiklilt* séché, ainsi la consommation de 100 grammes de fromage *Tiklilt* par jour peut couvrir entièrement le besoin protéique journalier d'un adulte de corpulence moyenne.

Afin d'évaluer les apports nutritionnels de l'intégration du fromage *Tiklilt* aux différentes viennoiseries étudiées, nous nous sommes référés à la table de composition alimentaire CIQUAL (**ANSES, 2020**).

La composition nutritionnelle moyenne des ingrédients de base est donnée par l'annexe (07). Le poids des œufs étant variable, ils sont classés en différentes catégories, la troisième catégorie inclut les petits œufs, la deuxième catégorie, les œufs moyens et la première catégorie pour les œufs plus grands (de sélection). Le poids de l'œuf est directement proportionnel à la catégorie. En conséquence, chaque gramme contient une certaine quantité de protéines. La catégorie est attribuée aux œufs de l'élevage de volailles, lors du tri. La

coquille pèse à peu près 10% du poids de l'œuf, ainsi, le poids d'un œuf sans coquille varie largement de 32 grammes à 68 grammes. Pour la catégorie des œufs moyens, l'intervalle varie entre 45 et 54,9 gramme, la valeur moyenne étant de 50 grammes/œuf sans coquille.

L'incorporation du fromage *Tiklilt* aux viennoiseries traditionnelles leur procure une meilleure qualité nutritionnelle par son apport protéique non négligeable. L'ensemble des résultats des apports nutritionnels après substitution est donné par le tableau suivant (Tableau X).

Tableau X : Apports protéiques (g/100g) après substitution et essais d'incorporation

			Œufs (g)	Lait (g)	Farine T55 (g)	Klila (g)	Apport protéique (g/100g de viennoiserie)
Petit Pain	Témoin	PPT		206	370	0	43,45
	Substitutions	PP1		103	370	100	99,55
		PP2		206	270	100	93,06
Mini Cake	Témoin	MCT	200	103		0	27,81
	Substitutions	MC1	200	0		100	83,91
		MC2	100	103		100	75,12

Nous avons calculé les apports nutritionnels uniquement par rapport aux ingrédients de base choisis pour la substitution afin d'estimer l'apport protéique qualitatif de l'incorporation du fromage *Tiklilt*. Nous n'avons pas pris en considération tous les ingrédients.

Il ressort du tableau X que l'incorporation du fromage *Tiklilt* au Petit pain et Mini cake améliore considérablement la qualité nutritionnelle de ses viennoiseries traditionnelles en augmentant d'une façon remarquable les taux protéiques de ses produits. Pour le cas du petit pain, le taux protéique le plus élevé est enregistré pour le PP1 avec 99,55 g de protéines pour 100 g de petit pain. L'apport protéique est augmenté de 229,11% comparé au petit pain témoin.

Concernant le mini cake, la valeur la plus élevée a été enregistrée pour le MC1 où nous avons substitué le lait avec *Tiklilt*. L'apport protéique élevé étant de 83,11g/100g de MC1 est augmenté de plus de 300% (301,72%).

Le problème le plus pressant qui préoccupe les nutritionnistes, est que l'alimentation de plus de la moitié de la population du globe est déficitaire en ces composants essentiels.

D'après les rapports de la FAO, il ressort, en effet, que ce n'est pas tellement la quantité de protéines qui fait défaut, mais surtout leur qualité. En effet, dans la plupart des pays où sévit la malnutrition protéique, la ration est constituée presque exclusivement de protéines végétales de qualité inférieure. Cette qualité médiocre est due à un déséquilibre en acides aminés essentiels qui caractérise les protéines végétales prises isolément. Les besoins en protéines sont déterminés par la qualité et la valeur biologique de ces derniers (FAO, 1979).

Le fromage *Tiklilt* étant d'origine animale, fournit d'excellents apports protéiques tant sur le plan quantitatif et qualitatif. De plus, il est facile à transporter et, une fois déshydraté, se conserve bien dans les endroits chauds ce qui rend son utilisation comme ingrédient ou sa consommation en l'état simple pour les populations nomades, ou les gens vivant dans les endroits isolés des agglomérations urbaines.

III.2.2. Valorisation quantitative 'Valeur énergétique'

Les valeurs en énergie métabolisable de tous les aliments sont fournies en Kilojoules (KJ) et en Kilocalories (Kcal). Elles sont calculées à partir des valeurs des protéines, lipides, glucides disponibles et alcool, en appliquant les facteurs de conversion en énergie.

Sachant qu'un gramme de protéines donne 4 Kcal et un gramme de lipides donne 9 Kcal, nous avons calculé la valeur calorique du fromage *Tiklilt* en se basant sur les valeurs des protéines et des lipides par la suite de la non disponibilité de données concernant les glucides qui sont sûrement présents sous forme de traces comme pour les autres fromages du monde (ANSES, 2020).

L'énergie apportée par la consommation de 100 grammes de fromage *Tiklilt* fabriqué à partir du lait de vache semble très bonne comparée à d'autres fromages européens à pâte dure. Des valeurs caloriques similaires à celles du *Tiklilt* sont données par la table de composition alimentaire CIQUAL (ANSES, 2020) pour l'Edam : 329 Kcal/100g ; le Gouda : 374 Kcal/100g ; le Cheddar : 399 Kcal/100g ; Le Grana Padano : 396 Kcal/100g et l'Emmental : 384 Kcal/100g. Un fromage de type Masdaam à teneur réduite en matière grasse (14%) donne 238 Kcal par 100 grammes de fromage environ ce qui reste relativement faible par rapport à la valeur énergétique du fromage *Tiklilt* qui est de 365,90Kcal/100g, qui, bien qu'il soit allégé en matière grasse, donne une quantité non négligeable d'énergie ce qui peut être expliqué par sa forte teneur en protéines dépassant celle de tous les fromages européens donné par les tables de la FAO (1995). Certains fromages français apportent relativement plus d'énergie que le fromage *Tiklilt* tels que le Comté 418 Kcal/100g ; le Gruyère : 423 Kcal/100g et le Parmesan : 429 Kcal/100g ce qui peut être expliqué par leur forte teneur en matière grasse

laitière comparativement au fromage *Tiklilt* maigre.

Les apports énergétiques journaliers recommandés sont évalués par la **FAO (2005)** à 2408 Kcal et 3091 Kcal respectivement pour une femme et un homme adultes de corpulence moyenne âgés entre 18 et 59 ans. Ainsi, la consommation de 100 grammes de *Tiklilt* de vache permet de couvrir 15% des besoins énergétiques journaliers d'une femme et 12 % des besoins caloriques quotidiens d'un homme adulte.

Le tableau XI montre les apports énergétiques des différentes viennoiseries traditionnelles (Petit pain et Mini cake) après incorporation de *Tiklilt* comparativement aux témoins.

Tableau XI : Apports énergétiques des viennoiseries traditionnelles étudiés après incorporation du fromage *Tiklilt*

		Energie (Kcal)	
Petit Pain	Témoin	PPT	287.87
	Formulations	PP1	338.35
		PP2	264.91
Mini Cake	Témoin	MCT	326.36
	Formulations	MC1	371.79
		MC2	357.04

L'ensemble des valeurs semble très intéressant. La consommation de 100 grammes du petit pain PP1 peut couvrir un dixième (10,95%) des besoins énergétiques quotidiens d'un homme adulte de corpulence normale. Aussi, la consommation de 100 grammes de Mini cake MC2 peut assurer une couverture de 15,44 % des besoins énergétiques journaliers d'une femme adulte de corpulence moyenne.

IV. Évaluation sensorielle des formulations alimentaires à base du fromage « *Tiklilt* »

IV.1. Résultats du test triangulaire

Concernant test triangulaire NF ISO 4120 (2004), nous avons comparé dans chaque épreuve 2 produits tout en proposant aux dégustateurs 3 échantillons codés dont deux sont identiques provenant du même produit. La tâche des sujets étant d'identifier l'échantillon unique (proposé une seule fois). L'objectif du test triangulaire est de vérifier l'hypothèse de l'identité entre les trois échantillons proposés. Le traitement des résultats se fait sur la base du

calcul du nombre de réponses correctes. Le traitement statistique des réponses se faisait en se référant à la table de la loi binominale ($P=1/3$) (Depledt, 2009).

Concernant les mini cakes, sur l'ensemble de réponses recueillies, on comptabilise uniquement 11 réponses correctes pour chaque épreuve. Une différence significative a été perçue entre le MCT et le MC1 ainsi que pour le MCT et le MC2 avec $\alpha \leq 0.5$.

Sur 20 réponses données par le jury de l'épreuve discriminative PPT et PP1, on comptabilise 16 réponses correctes. Une différence significative a été perçue entre le PPT et le PP1 au seuil de 0,1% avec un niveau de signification élevé ($\alpha < 0.001$). Il en est de même pour le PPT et le PP2 avec 14 réponses justes, donc une différence significative ($\alpha < 0.001$).

IV.2. Résultats des tests descriptifs

IV.2.1. Profils sensoriels des mini cakes

En se basant sur les descripteurs précédemment définis dans la partie méthodologie, le traitement des réponses des dix sujets participant aux épreuves discriminatives nous a permis de tracer les profils sensoriels suivants pour l'ensemble des mini cakes étudiés MCT, MC1 et MC2.

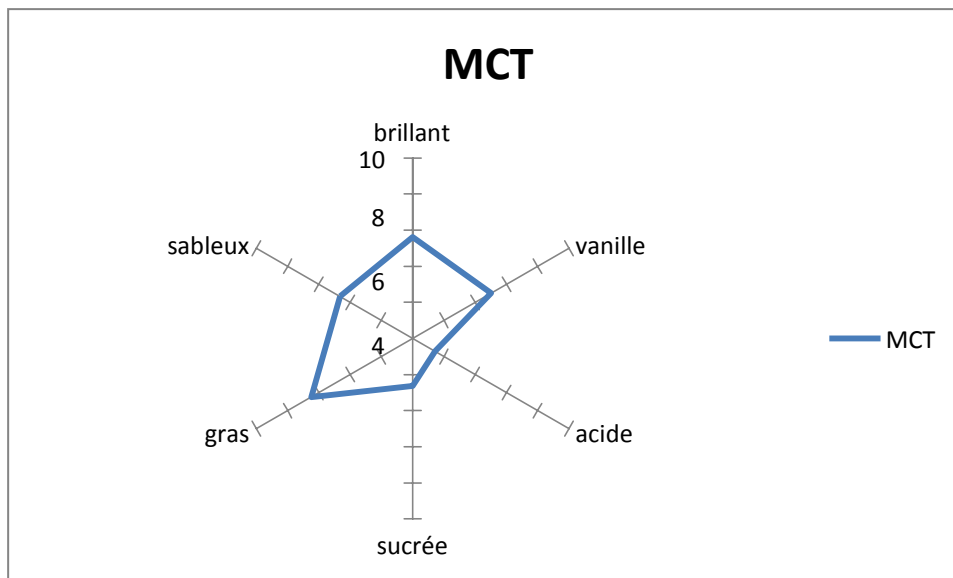


Figure 11 : Profil sensoriel du mini cake témoin

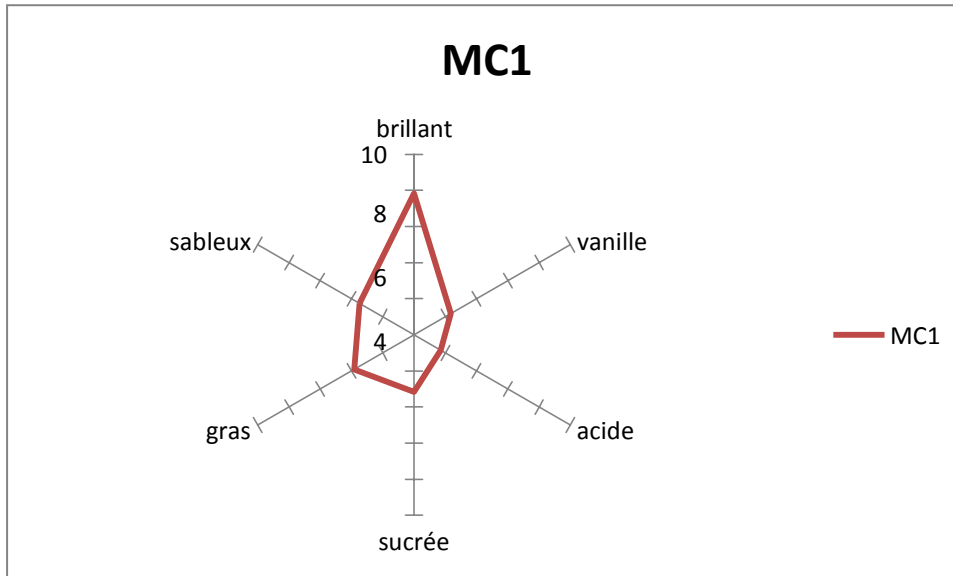


Figure 12 : Profil sensoriel du mini cake 1

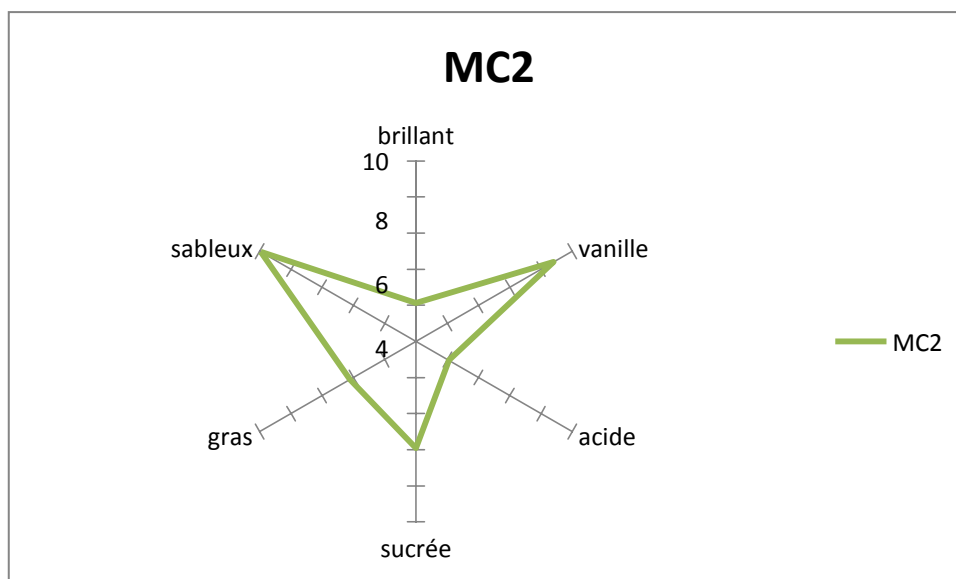


Figure 13 : Profil de mini cake 2

La superposition des profils sensoriels mini cakes est donnée par la figure 14. L'observation de cette figure montre clairement la différence entre les trois mini cakes étudiés MC, MC1 et MC2 surtout pour la brillance et la texture sableuse. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé une grande différence en percevant l'intensité de certains descripteurs notamment acide dont il serait judicieux de le remplacer dans les prochaines études par la caractéristique organoleptique « doré » par exemple.

Le descripteur le mieux perçu par l'ensemble des sujets est sans doute la texture sableuse du mini cake 2 avec une intensité de 9.94/10. Nous rappelons ici que le mini cake 2 a

été préparé en substituant deux œufs avec 100g de fromage *Tiklilt*.

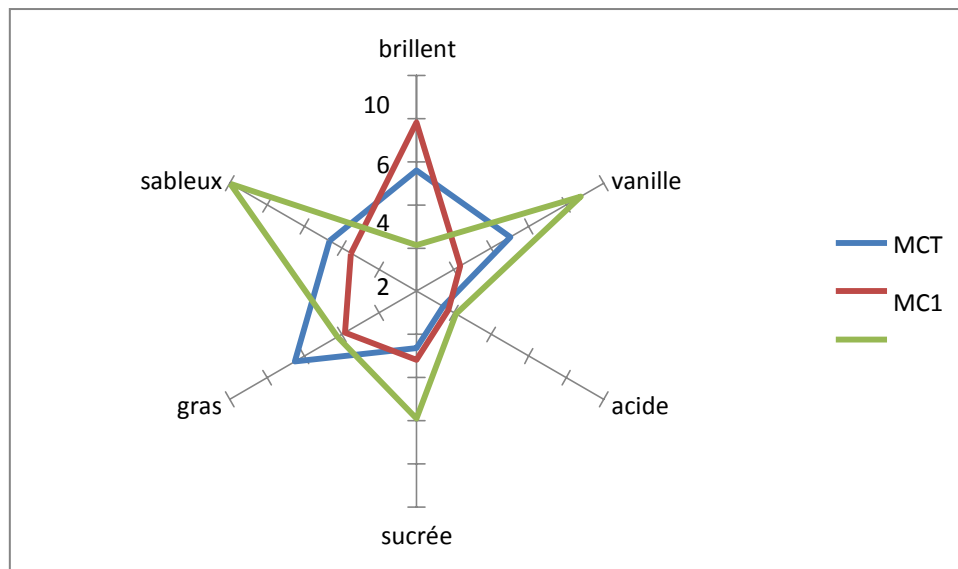


Figure 14 : Superposition des profils sensoriels des mini cakes

IV.2.2. Profils sensoriels des petits pains

En se basant sur les descripteurs précédemment définis dans la partie méthodologie, le traitement des réponses des dix dégustateurs participant aux tests discriminatifs nous a permis de tracer les profils sensoriels suivants pour l'ensemble des petits pains étudiés PPT, PP1 et PP2.

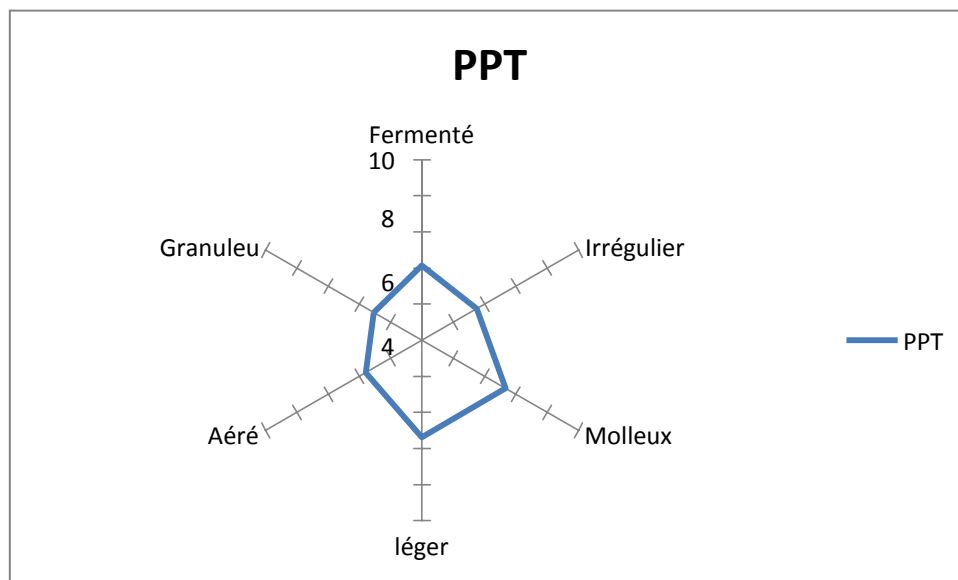


Figure 15 : Profil sensoriel du petit pain témoin

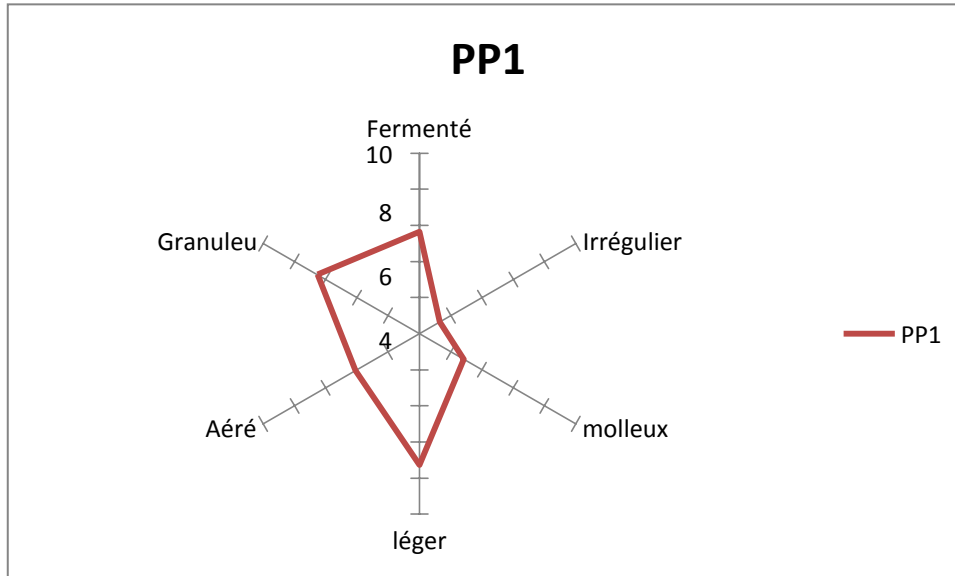


Figure 16 : Profil sensoriel du petit pain 1

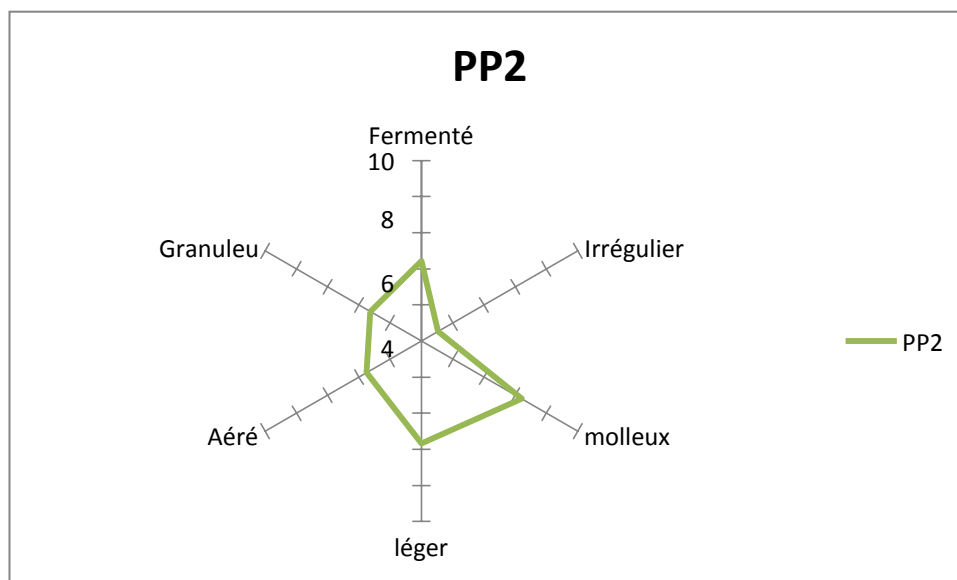


Figure 17 : Profil sensoriel de petit pain 2

La superposition des profils sensoriels petits pains est donnée par la figure 18. Il ressort de la figure une différence significative pour le descripteur moelleux par exemple qui était très prononcé dans le PP2 où nous avons remplacé 100g de farine T55 par 100g de fromage *Tiklilt*.. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé de différence pour le descripteur aéré pour les trois petits pains étudiés ce qui laisse prévoir à remplacer cette caractéristique organoleptique dans les prochaines expérimentations (Perspectives).

Pour le descripteur irrégulier, les deux petits pains avec incorporation du fromage *tiklilt* PP1 et PP2 avaient une note de 1,13 et 1,09 respectivement contre 3,68/10 pour le petit pain témoin ce qui laisse penser que l'intégration du fromage en viennoiserie apporte une certaine homogénéité dans le produit en question (comme dans le cheese cake).

Le descripteur le mieux perçu par l'ensemble des descripteurs était la légèreté du PP1 avec une intensité de 7.69/10. Nous rappelons ici que le PP1 a été préparé en substituant 100ml de lait avec 100g de fromage *Tiklilt*.

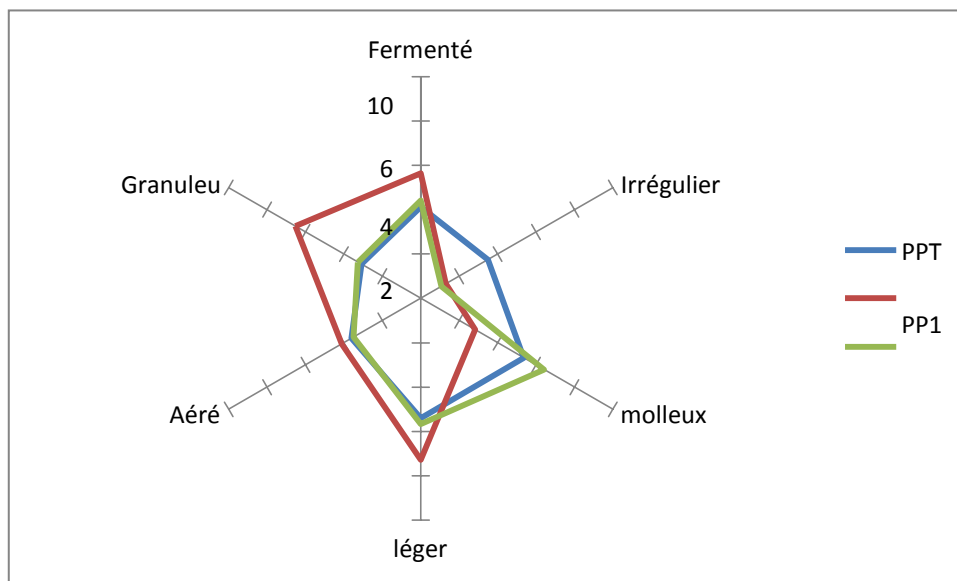


Figure 18 : Superposition des profils sensoriels des petits pains étudiés

V. Limitations de l'étude

Notre étude comporte des points forts et nouveaux qui donnent l'originalité auprès de ce travail :

- La présente étude réalisée sur la fabrication du fromage *Tiklilt* et la réalisation d'essais d'incorporation en viennoiserie traditionnelle est la première de son type dans la région de Tizi-Ouzou. Elle nous a permis de collecter des informations auprès des vieilles femmes qui fabriquent ce fromage. *Tiklilt* est connue depuis longtemps dans nos régions mais il est malheureusement en voie de disparition à cause de l'exode rurale et la cherté de vie ;
- Les informations collectées nous ont permis de constater que ce fromage est l'une des formes de conservation d'*Ighi* et du lait aigre. Cela permettait d'éviter toute forme de gaspillage chez nos ancêtres ;
- L'étude nutritionnelle après incorporation de notre fromage *Tiklilt* a montré un apport

protéique et calorique bénéfique important ce qui est motivant à faire pousser notre étude.

Néanmoins, notre étude présente quelques limitations dont nous citons :

- Étant limités par le temps, nous n'avons pas pu lancer les échantillons du lait de chèvre, nous nous sommes juste contentés des échantillons du lait de vache.

- Par manque de temps aussi, nous n'avons pas pu développer une discussion détaillée de l'ensemble des résultats ainsi que la réalisation d'une étude statistique solide

*Conclusions
& Perspectives*



Conclusion

Notre travail nous a permis de réaliser une étude de terrain par le biais d'une enquête menée dans la wilaya de Tizi-Ouzou. L'enquête a révélé que le fromage traditionnel Tiklilt est destinée à l'autoconsommation au niveau familial plus ou moins commercialisé d'une manière artisanale. Les résultats de l'enquête nous ont permis de tracer fidèlement son diagramme de fabrication précis.

Les résultats de l'étude du procédé de fabrication nous ont permis de suivre différents paramètres de fabrication du fromage Tiklilt fabriqué à partir de lait cru de vache en passant par Ikil et Ighi, jusqu'au produit fini « Fromage frais Tiklilt ». Bien qu'elle soit archaïque, la méthode de transformation des excédents du lait en fromage Tiklilt s'avère une alternative efficace pour prolonger la durée de vie des précieux nutriments contenus dans le lait. La durée moyenne de fermentation est de 24h à 72h. Quant au barattage manuel, il a duré en moyenne 40 minutes \pm 5 minutes. Le chauffage appliqué pour séparer le lactosérum du fromage Tiklilt était modéré ($60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).

Les résultats de la valorisation nutritionnelle ont révélé une qualité très intéressante du fromage Tiklilt : faible teneur en matière grasse, et teneur élevée en protéines. Sa richesse en protéines arrivant jusqu'à 70,5% fait de lui une excellente alternative pour remplacer les protéines d'origine animale surtout dans les pays en voie de développement. Les essais d'incorporation du fromage Tiklilt en viennoiseries traditionnelles ont montré un apport protéique non négligeable surtout pour les préparations où le lait a été remplacé par le fromage Tiklilt. Une amélioration considérable de l'apport énergétique a été enregistrée pour le petit pain PP1 avec apport de 50Kcal/100g. Il en est de même pour le Mini cake où nous avons enregistré un bénéfice d'énergie de 45Kcal/100g de MC1.

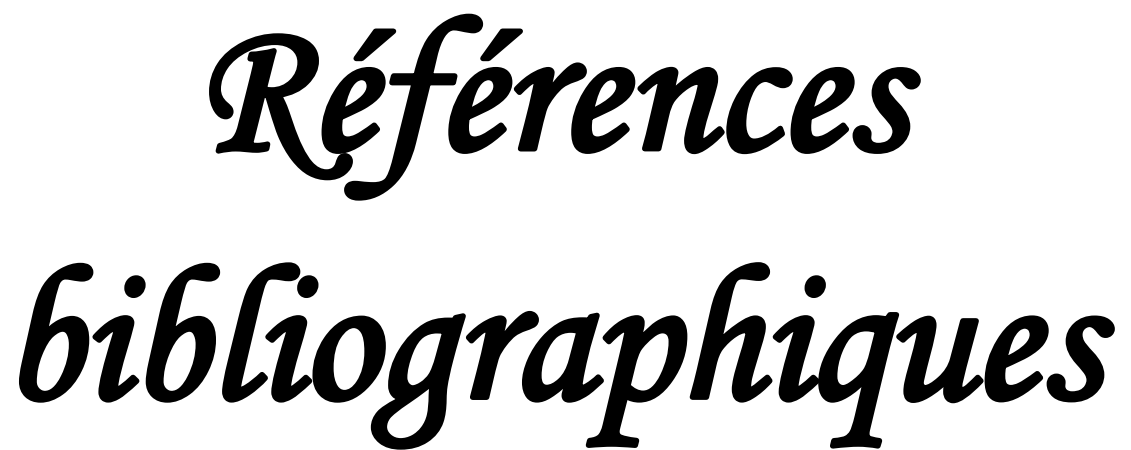
Concernant l'analyse sensorielle, les tests discriminatifs ont révélé une différence significative entre les différents types de viennoiserie étudiés. Par la suite, et grâce à la réalisation d'épreuves descriptives, six profils sensoriels ont été tracés pour les trois variantes petit pain ainsi que pour les trois variantes des mini cakes étudiées. La superposition des spidergrams a dévoilé les descripteurs les mieux perçus par l'ensemble des sujets à savoir la texture sableuse pour mini cake et la légèreté pour le petit pain.

Perspectives

La présente étude a donné des résultats très satisfaisants, ce qui motive le lancement d'autres recherches dans le futur afin de compléter et d'approfondir l'étude de ce fromage traditionnel notamment :

- ✚ Réalisation d'une enquête de fabrication et de consommation élargie aux autres communes de la wilaya de Tizi-Ouzou ainsi que pour les autres wilayas de la Kabylie (Bouira, Bejaia et Boumerdes) ;
- ✚ Réalisation d'une cinétique d'acidification du lait en fonction de la température de fermentation ;
- ✚ Réalisation d'essais d'incorporation du fromage Tiklilt dans des produits alimentaires salés et réalisation des tests sensoriels afin d'étudier l'acceptation et l'appréciation par les consommateurs ;
- ✚ Fabrication du fromage Tiklilt à partir du lait d'autres espèces (chèvre, brebis) ;
- ✚ Élargir l'étude sensorielle descriptive en étudiant d'autres descripteurs ainsi que par réalisation de tests de classement des différentes formulations alimentaires à base du fromage *Tiklilt*.
- ✚ Réalisation d'une étude hédonique (préférences des consommateurs) sur les produits du mini cake et du petit pain ainsi qu'à d'autres produits alimentaires ;
- ✚ Étude des propriétés diététiques et probiotiques bénéfiques des souches lactiques autochtones responsables de la fermentation spontanée du fromage Tiklilt ;
- ✚ Labélisation du fromage Tiklilt (En cours).

*Références
bibliographiques*



A

Adrian, J. (1987). Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA. Paris. 113-119.

Adriane.J.Potus.J, Frangne.R.(1995). La science alimentaire de a à z. Edition technique et documentation Lavoisier, 162-255 pp.

Aissaoui Zitoun O. (2004). Fabrication et caractérisation... d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza ». Mémoire de Magister. Université Mentouri de Constantine. 134p

Aissaoui Zitoun, O. (2014). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien Bouhezza. Thèse de Doctorat. Zidoun M.N. Université Mentouri-Constantine. Algérie.173p.

André Eck et Jean-ClaudGillis. Le froage de la science à l'assurce-qualité, 3^o édition. Anonyme, 2. (1999) 'Québec Amérique .Le guide des aliments, Indispensable à tout amateur de cuisine'. CANADA, p. 219.

ANSES (2020). Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. CIQUAL : La table française de référence sur la composition nutritionnelle des aliments. <https://ciqual.anses.fr> (Date de mise en ligne : 28 aout , 2020).

B

Balthazar C-F., Pimental T-C., Ferrao L-L., Almada C-N., Santillo A., Albenzio M., Moullakhalili N., Mortazavian A-M., Nascimento J-S., Silva M-C., Freitas M-Q., Sant'Ana A-S., Granato D. and Cruz A-G. (2017). Sheep milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. In Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16(2), p 247-262.

Bargis P. (2012). Le grand livre des aliments santé. Groupe Eyrolles, Paris : Eyrolles. 824 p.

Bencharif A. (2001). Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : états des lieux et problématiques. in Padilla M. (ed.) CIHEAM, Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches N° 32, pp 25-45.

Ben Danou C. (1929). Quelques notes de laiterie sur l'Algérie. Le lait : INRA Editions 9 (82), pp161-163. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00894939/document>

Bendimerad N. (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 en Microbiologie alimentaire, Université AboubekrBelkaid Tlemcen, 162P.

Benkerroum N. and Tamime A-Y. (2004). Technologytransfer of some Moroccan traditional dairyproducts (Lben, Jben and Smen) to small industrials cale. Food Microbioly, 21(4),pp 399-413.

Benkerroum N. (2013). Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 12:54.

Bennett R-J and Johnston K-A (2004). General Aspects of CheeseTechnology. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Thirddedition - Volume 2: Major Cheese Groups, pp 23-50.

Benkerroum N. and Tamime A-Y. (2004). Technologytransfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrials cale. Food Microbioly, 21(4), pp 399-413.

C

Camps G. (1984). Encyclopédie , Volume IV Alger - Amzouar. Ouvrage publié avec le concours et sur la recommandation du Conseil International de la Philosophie et des sciences humaines UNESCO. ISBN 2-85744-201-7 & 2-85744-282-3. Editions EDISUD, France, pp447-629.

Carole L.V., (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Fondation et technologie laitier du Québec. P : 29-407.

Carr F-J., Chill D. et Maida N. (2002). The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. In Critical Reviews in Microbiology, 28 (4), pp 281-370.

Carr F-J., Chill D. et Maida N. (2002). The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. In Critical Reviews in Microbiology, 28 (4), pp 281-370.

Chibane H. et Chibane S. (2016). Les plats traditionnels De la région « At Yaëla » de Bouira. Mémoire de Master 2 en Langue et Culture Amazighes. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 137p.

Claps, S. et Morone, G. (2011). Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. In Développement de la Filière laitière et Fromagère en Algérie, CorFilac.57-77.

Codex Stan 283 (1978). Codex Standard 283-1978, Norme générale Codex pour le fromage, 8p.

Corrieu G. et Luquet F-M. (2008). Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments, édition Tec. et Doc. Lavoisier, Paris France, 849p.

Croguennec Thomas c, Jeantet Romain, Gérard Brulé (2008).Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Edition TEC et DOC Lavoisier. Paris. 161p.

D

Dallet J-M. (1982). Dictionnaire Kabyle-Français, Parler des At Manguellat Algérie. Etudes ethnolinguistiques Maghreb-Sahara. Université de Provence Aix-Marseille I. SELAF. Paris. 1008p.

Dauvilliers Y., (2008). Neurobiologie et physiologie sensorielle-Généralité sur les organes des sens, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes, <http://www.med.univ-montpe.fr>.

Depledé Félix (2009). Évaluation sensorielle Manuel méthodologique. Tec et Doc Lavoisier 3^{ème} édition. France 524P.

Derouiche M. et Zidoune M-N. (2015). Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. Livestock Research for Rural Development. Volume 27.

De Vos P., Garrity G-M., Jones D., Krieg N-R., Ludwig W., Rainey F-A., Schleifer K-H. and Whitman W-B. (2009). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, Volume 3: the Firmicutes, Springer USA, 1422p.

Dillon, J. C et Berthier, A.M. (1997). Le fromage dans l'alimentation. In : « fromage ». Ed : Eck et Gillis. Lavoisier, Paris.

Dillon, J. C et Berthier, A.M. (2007). Le fromage dans l'alimentation. In : « fromage ». Ed : Eck et Gillis. Lavoisier, Paris.

E

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

Eck .A, Gillis J.C. (1997). Le fromage. 3ème édition. Lavoisier. Tec et Doc.891p.

Eck André, Gillis Jean Claude (2006). Le fromage de la science à l'assurance qualité. Paris 3ème édition TEC et DOC Lavoisier, 891p.

F

FAO (1979). Nutrition humaine en Afrique tropicale. 2ème édition. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome, Italy.

<http://www.fao.org/docrep/x0081f/X0081F00.htm#Contents>

FAO. (1990). The technology of traditional milk products in developing countries. FAO Animal Production and Health. Paper N°85. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. 333p. <http://www.fao.org/docrep/003/t0251e/t0251e00.htm>

FAO (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 28. Rome, 271p

FAO (2005). Guide de nutrition familial, Rome, Italy.

<http://www.fao.org/docrep/008/y5740f/y5740f00.htm#Contents>

Fox, P.F., et Mc Sweeney, P.L.H., (2004). Cheese an overview. In Cheese: Chemistry Physics and Microbiology, general aspects, third edition. 1: 1 -8p.

G

Gast M. (1991). Encyclopédie berbère, Volume I Baal – Ben Yasla (Baratte). Ouvrage publié avec le concours et sur la recommandation du Conseil International de la Philosophie et des sciences humaines UNESCO. ISBN 2-85744-509-1et 978-2-85744-509-8. Editions EDISUD. pp 1289-1449.

Gillis, Jean-Claude Gillis; André Ayerbe. (2018). “Le Fromage.” Le fromage: 31.

Guetouache M., Guessas B. and Medjekal S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research, 2(10), pp 115-122.

Guégen L. (1979). in Mohamed LOUHICHI, *Cach.Nutr. Diét*; 14,213-217p.

Grundy M. et Ghazi F. (2009). Research priorities in haemato-oncology nursing: results of a literature review and a Delphi study, Eur J Oncol Nurs, 13(4), pp 235-249.

H

Hamad M-N, Ismail M-M and El Menawy R-K-(2016). Chemical, Rheological, Microbial and Microstructural Characteristics of Jameed Made from Sheep, Goat and Cow Buttermilk or Skim Milk. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(4), pp. 46-55

Hough, G., Langohr, K., Gómez, G., and Curia, A. (2003). Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. *Journal of Food Science* 68, 359-362.

Hutkins R-W. (2006). Microbiology and Technology of Fermented Foods. IFT Press series, Blackwell Publishing, USA. 473 p.

<https://www.meteo.dz/home> <https://www.infoclimat.fr/>

J

Jaouen et al. (1990). Caractérisation morphométrique, typologie de l'élevage caprin et étude physicochimique de Tlemcen.

José R. (2014). A propos du lait cru. Agriculture wallonie. 65p.

<https://agriculture.wallonie.be/documents/20182/21894/A-propos-du-lait-cru.pdf/a4428a60a322-4cd2-977f-75b8f5d8a397>.

K

Khoualdi, Ghania. (2017). Caractérisation du fromage traditionnel algérien (Medeghissa).thèse de magister.universite des Frères Mentouri Constantine1, p1.

Klein, J. P., and Moeschberger, M. L. (2006). "Survival analysis: techniques for censored and truncated data," Springer Science & Business Media.

L

Lahsaoui .S . (2009). « Etude de procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel Algérien "KLILA" » mémoire d'ingénieur d'état, Batna, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72p

Las, P. (2011). Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches technologiques FOFIFA BP 14444, Ambatobe, Antananarivo 101,<http://www.galysevaluation.sensory.fr>.

Lahsaoui .S . (2009). « Etude de procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel

Algérien "KLILA" » mémoire d'ingénieur d'état, Batna, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72p.

Leksir C. (2012). Caractérisation et contrôle de la qualité de ferments lactiques utilisés dans l'industrie laitière algérienne, Mémoire de magister, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaire (INATAA) Université de Constantine 1. 118p.

Leksir C. et Chemmam M. (2015). Contribution à la caractérisation du klila, un fromage traditionnel de l'est de l'Algérie. *LivestockResearch for Rural Development*. 27 (5).

Leksir C. (2018). Caractérisation, fabrication et consommation du dérivé laitier traditionnel « Klila » dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat en sciences biologiques. Faculté des Sciences de La Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie. Université 8 Mai 1945 Guelma. 156p.

Leksir C., Boudalia S., Moujahed N. and Chemmam M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1), 14p.

Lespinasse N., Scandella D., Vaysse P. et Navez B. (2002). Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais, Editions centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, ISBN, Paris: 13 (143p)

Lahsaoui .S . (2009). « Etude de procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel Algérien "KLILA" » mémoire d'ingénieur d'état, Batna, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72p.

Luquet, F.M. et Corrieu, G. (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Lavoisier, Paris. 307 pages.

M

Mac Leod P., et Sauvageo F., (1986). Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires, Les cahiers de l'ENSBANA n°5: 3 (165 pages)

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

Mahamedi A-E (2015). Etude des qualités : hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Benlahcen K. Université d'Oran. Algérie. 111p.

Makhlouf M., Montaigne E. et Tessa A. (2015). « La politique laitière algérienne : entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation », *NEW MEDIT*, 14(1), pp 1223

Majdi, A. (2009). ‘Les fromages AOP et IGP.’, in Séminaire sur les fromages AOP et IGP .INT-Ingénieur agronomie, p. 88.

Manuelian C-L., Currò S., Penasa M., Cassandro M., and De Marchi M. (2017) Characterization of major and trace minerals, fatty acid composition, and cholesterol content of Protected Designation of Origin cheeses, *Journal of dairy sciences*, <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12059>.

Matera J., Luna A-S., Barros D-B., Pimentel T-C., Moraes J., Kamimura B-A., Ferreira M-V-S., Silva H.L.A., Mathias S-P., Esmerino E-A., Freitas M-Q., Raices R-S-L., Quitério S-L, Sant'Ana A-S., Silva M-C. and Cruz A-G. (2018). Brazilian cheeses: A survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds, *Food Research International*. Accepted manuscript
DOI:10.1016/j.foodres.2018.03.014.

Mazahreh A-S, Al-Shawabkeh A-F and Quasem J-M. (2008). Evaluation of the Chemical and Sensory Attributes of Solar and Freeze-Dried Jameed Produced from Cow and Sheep Milk with the Addition of Carrageenan Mix to the Jameed Paste. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(3), pp 627-632.

Mechai A., Debabza M. and Kirane D. (2014). Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products. *International Food Research Journal*. 21(6): pp 2451-2457.

O

O'Brien N-M and O'Connor T-P (2004). Nutritional Aspects of Cheese, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third edition - Volume 1: General Aspects, pp 573-581.

Ouadghiri M. (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine, thèse de doctorat en Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université Mohammed V-agdal Faculté des sciences Rabat, Maroc. 132p.

P

Paradal, M. (2012). La transformation fromagère caprine fermière. Paris : TEC et DOC. 295p.

R

Ramet J.P.(1985). La fromagerie et les variétés du bassin méditerranées. 187p.

Ramet J-P. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO Production et Sante Animales 48. Rome, Italie, 222p.

<http://www.fao.org/3/T0755F/T0755F00>

Renner, E. (1993). Nutritional Aspects of Cheese. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 557–579. Doi: 10.1007/978-1-4615-2650-6_15.

Robinson R-K. (2002). Dairy Microbiology Handbook, third Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York USA, 764p.

Roudaut H. et Lefrancq E., (2005). Alimentation théorique - L'évaluation sensorielle un outil pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Doin, France
<http://www.saveurdelaannée.com/>

S

Shetty K., Paliyath G., Pometto A. et Levin R-E. (2006). Food biotechnology, Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, 1982p.

St-Gelais, Daniel et Patrick, Tirard-Collet. (2002). Chapitre 6 : Fromage dans Sciences et Technologies du lait, transformation du lait par Carole L, Vignola. Edition Presses Interntation les Polytechnique, 2002. P 348-415-603.

T

Tantaoui-Elaraki A. and El Marrakchi A. (1987). Study of the Moroccandairyproducts : Lben and smen. World Journal of applied Microbioly and Biotechnology, 3(3), pp 211-220.

Tremoliere, J., Serville, Y., Jacquot, R .et Dupin, H. (1984). Manuel d'alimentation humaine. Tome 1.

V

Veisseyere, R. (1979). Technologie du lait : Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. La maison rustique, 340-426

Vierling E. (2008). Aliments et boissons : Filières et produits 3^{ème} édition. France : Doin, CRDP d'Aquitaine, 140p

Vignola C.L., (2002). Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:(600 pages).

Y

Yildiz F. (2010). Developpement and manufacture of yougurt and other dairy products, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 435 p

Annexe

Annexe 01 : Questionnaire sur le fromage traditionnel *Tiklilt*



Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

**Fabrication du fromage traditionnel « Tiklilt » et
réalisation d'essais d'incorporation en viennoiserie.**



Mémoire de Master préparée par : M^{me} HACHOUD Samia

Encadrés par : M^{me} LEKSIR MANSOUR Choubaila

Identification du répondant :

1. Vous êtes :
 - Femme
 - Homme
2. Dans quelle tranche d'âge situez-vous :
 - 41-50
 - 51-60
 - Plus de 60

Année pédagogique 2022-2023.

Veillez-répondre aux questions suivantes S.V.P**Section I : Questions destinées aux producteurs :**

1. Quelle est la matière première utilisée pour la production du fromage *Tiklilt* ?
 - Lait de chèvre
 - Lait de vache
 - Mélange
2. Ce type de lait :
 - Doit-il être utilisé après récupération
 - Peut être conservé avant utilisation
3. D'où provient votre matière première ?
 - De votre troupeau
 - Autre source
4. Quelles sont les quantités fournies par jour ?
 - 5L
 - 6-10L
 - Plus de 10L
5. Quelles sont les procédés de transformation utilisés pour la production du fromage *Tiklilt*

6. Ajoutez-vous d'autres ingrédients supplémentaires lors du procédé de la fabrication ?
 - Oui : Non :
 - Si oui, citez-les :

7. Ce type de production a-t-il une relation avec les saisons de l'année ?
 - Oui : Non :
8. Si oui, dans quelle saison vous les produisez le plus ?
 - Hiver
 - Printemps
 - Eté
 - Automne

9. Dans quel endroit vendez- vous vos produits :

10. Estimez-vous élargir le profil de fabrication de ce type de produits vers l'avenir ?

- Oui : Non :

Section II : Connaissance et consommation du fromage *Tiklilt*

1. De quelle région êtes-vous ?

2. Consommez-vous des produits laitiers ?

• Oui : Non :

3. Si oui, lesquels ?

- Petit lait (*Ighi*)
- Lait caillé (*Ikil*)
- Fromage
- Yaourt
- Beurre (*Udhi*)
- Crème fraîche
- Glaces
- Lait en poudre (*Lehdha*)
- Lait pasteurisé
- Lait UHT

4. Quelle est votre préférence entre :

- Produits laitiers à fabrication industrielle
- Produits laitiers à fabrication artisanale (traditionnels, de terroir)

Justifiez votre réponse :

5. A priori, seriez- vous prêt (e) à payer un peu plus pour acheter un produit fermier qu'un produit de grande marque (industriel)

Oui : Non :

6. Quelle(s) sorte(s) de fromages traditionnels consommez-vous ?

- *Tiklilt (Klila)*
- *J'ben*

Ou autre, citez-le :

7. Quelle est votre préférence entre ?

- Fromage industriel
- Fromage *Tiklilt (Klila)* traditionnel

8. Quelle est votre préférence entre :

- Fromage *Tiklilt (Klila)* à base de lait de vache
- Fromage *Tiklilt (Klila)* à base de lait de chèvre

9. A quelle fréquence consommez-vous le fromage *Tiklilt (Klila)* ?

- Jamais
- Une fois par mois
- Une fois par semaine
- Une fois par jour
- A chaque repas

10. Comment conservez-vous le fromage *Tiklilt (Klila)* ?

- A température ambiante
- Au réfrigérateur

11. Connaissez-vous des producteurs de ce type de produit ?

- Oui : Non :

Si oui, citez les régions :

Annexe 02 : Matériel utilisé



Cuillère balance numérique **RoHS COMPLIANT LFGB (0.1g, 300g)**



Thermomètre digital WT-1 (-50°C, 300°C)



Thermomètre numérique TP 300 (-50°C, +300°C)



Plaque chauffante (NEWSD Z-500)



Balance de cuisine (SF-400)

Annexe 03 : Tableaux de codage

Tableau 01: Codage des produits de mini cake

Produits	Témoin	Substitue de lait	Substitue des œufs
Codes	MCT	MC1	MC2

Tableau 02 : Codage des produits de petit pain

Produits	Témoin	Substitue de lait	Substitue des œufs
Codes	PPT	PP1	PP2

Tableau 03 : Codage du mini cake 1 pour le test discriminatif

Produit	MCT	MC1	MC1
Codes	318	726	459

Tableau 04 : Codage du mini cake 2 pour le test discriminatif

Produit	MCT	MC2	MC1
Codes	318	726	459

Tableau 05 : Codage du petit pain 1 pour le test discriminatif

Produits	PPT	PP1	PP1
Codes	486	352	791

Tableau 06 : Codage du petit pain 2 pour le test discriminatif

Produits	PPT	PP2	PP2
Codes	571	264	389

Annexe 04 : Étapes de préparation du MCT



Annexe 05 : Étapes de préparation du PPT



Annexe 06 : Questionnaire utilisé pour le test triangulaire

Nom :

Date :

Prénom :

Trois échantillons-vous sont proposés, numérotés :

318

726

459

Parmi ses échantillons, deux proviennent d'un même produit et le troisième d'un autre.

Indiquer produit. Indiquer celui que vous percevez comme différent

Donnez une réponse même si vous n'êtes pas certain.

Annexe 07 : Composition des ingrédients des formulations alimentaires à base du fromage traditionnel Tiklilt

Tableau 1 : Composition nutritionnelle d'œuf (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	590			B
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	142			B
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	12,2			A
Glucides (g/100 g)	1,08			A
Lipides (g/100 g)	9,82			A
Sucres (g/100 g)	0,77	0,76		B
AG saturés (g/100 g)	2,95	2,89	3,08	B
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,2			A

Tableau 2 : Composition nutritionnelle de lait de vache (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	186			A
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	44,1			A
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	3,31	3,3		A
Glucides (g/100 g)	4,79			A
Lipides (g/100 g)	1,25			A
Sucres (g/100 g)	4,5			A
AG saturés (g/100 g)	0,81			A
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,088			A

Tableau 3 : Composition nutritionnelle de farine de blé tendre T55 (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	1480			B
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	350			B
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	9,9	8,5	13,1	A
Glucides (g/100 g)	73,7			A
Lipides (g/100 g)	1		1,66	A
Sucres (g/100 g)	1,5	0,31	6	A
AG saturés (g/100 g)	0,19		0,5	A
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	< 0,13	0,0025		A

Tableau 4 : Composition nutritionnelle de farine de blé tendre T45 (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	1510			B
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	356			B
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	9,94	1,6	11,9	C
Glucides (g/100 g)	75,9			B
Lipides (g/100 g)	0,82	0,5	1,9	A
Sucres (g/100 g)	0,41	0,31	0,5	D
AG saturés (g/100 g)	0,13		0,21	D
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,098	0,0013		A

Tableau 5 : Composition nutritionnelle de sel blanc (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	0			B
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	0			B
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	0			B
Glucides (g/100 g)	0			B
Lipides (g/100 g)	0			B
Sucres (g/100 g)	0			B
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	97,8			A

Tableau 6 : Composition nutritionnelle d'huile de tournesol (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100 g)	3700			B
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100 g)	901			B
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	< 0,5	0		A
Glucides (g/100 g)	0			B
Lipides (g/100 g)	100			B
Sucres (g/100 g)	0			C
AG saturés (g/100 g)	11,1	9,56	11,5	A
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,025	0		A

Tableau 7 : Composition nutritionnelle de sucre blanc (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	0			C
Glucides (g/100 g)	99,8			C
Lipides (g/100 g)	0			C
Sucres (g/100 g)	99,8		100	D
AG saturés (g/100 g)	0			C
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,0054	0	0,007	A

Tableau 8 : Composition nutritionnelle de sucre de vanille (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	0,1			B
Glucides (g/100 g)	99			B
Lipides (g/100 g)	0,33	0,2	0,6	B
Sucres (g/100 g)	97,2	93	100	B
AG saturés (g/100 g)	0,053	0,01	0,1	B
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,0094	0,0075	0,025	C

Tableau 9 : Composition nutritionnelle de levure chimique (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	1,96	0,1	5	C
Glucides (g/100 g)	33,2	16	45,7	C
Lipides (g/100 g)	0,2			B
Sucres (g/100 g)	0,1			B
AG saturés (g/100 g)	< 0,1	0	0,5	C

Tableau 10 : Composition nutritionnelle de sucre de levure de boulanger (Ciqual 2020)

Constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Code de confiance
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	44,5	40,4	48	B
Glucides (g/100 g)	17,9			C
Lipides (g/100 g)	6,37	5,5	7,61	B
Sucres (g/100 g)	0			C
AG saturés (g/100 g)	1,5	1	2	B
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,56	0,13	1	B