

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

BENAMI Chabha

BOURMEL Dihia

Intitulé

**Formulation de biscuits protéinés pour sportifs par
incorporation du fromage traditionnel « *Tiklilt* »**

Soutenu le 25 Juin 2024

Devant le Jury composé de :

Président : M^r MOUALEK Idir.

MCA. Université Mouloud Mammeri

Promotrice : M^{me} LEKSIR MANSOUR Choubaila.

MCB. Université Mouloud Mammeri

Examinatrice : M^{me} SALMI BENANE Djouza.

MCB. Université Mouloud Mammeri

Année Universitaire : 2023-2024

Remerciements

Nous commençons tout d'abord par remercier ALLAH, le tout puissant, pour nous donner le courage, de l'énergie et de la force pour bien mener ce travail.

Ce travail représente l'aboutissement de nombreuses années d'études et de persévérance, et on est reconnaissantes pour l'opportunité de l'avoir mené à bien.

*On tient avant tout, à remercier notre promotrice **M^{me} LEKSIR Choubaila épouse MANSOUR**, qui à accepter de nous encadrer, qui nous a guidé par ses précieux conseils et suggestions pertinentes.*

*Nous tenons d'autre part à remercier les membres du jury :
M^r MOUALEK Idir et M^{me} SALMI BENANE Djouza Pour le temps et l'énergie que vous avez consacrée pour commenter, discuter et juger notre travail.*

Nous remercions également, les ingénieures de laboratoire physico –chimique N° 01 de notre faculté pour leur amabilité d'avoir accepté de participer cordialement aux séances de dégustation ainsi que pour leur activisme et disponibilité.

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

Nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à tous les amis et les collègues pour leurs encouragements et leur amitié.

BENAMI Chabha

&

BOURMEL Dihia

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A CHER PAPA ET MAMAN :

Je tenais à prendre un moment pour vous exprimer ma profonde gratitude pour tout ce que vous avez fait pour moi au fil des années. Vous avez toujours été là pour me soutenir, m'encourager et me guider avec amour et sagesse.

A MES CHERS FRERE ET SŒUR :

MAKHOLOUF, MASSI ET ZAINA, merci pour tout. Vous être mon soutien, ma joie et ma force. Je vous aime de tout mon cœur.

A MES CHERS AMIS :

FADHMA, LAMIA, HANANE, OUIZA, CYLIA, ZAHRA, HEOUA, LAMIA, YASMINE et MELISSA. Merci pour tous les moments incroyables que nous avons passés ensemble. Chaque aventure partagée est un précieux souvenir pour moi. Vous êtes des personnes exceptionnelles, et je suis si heureuse de vous avoir dans ma vie.

Et se remerciement il est spécialement pour toi JUGURTA pou ton soutien, ton écoute et ta générosité ont été des piliers sur lesquels j'ai pu m'appuyer a chaque instant. Tu es plus qu'un ami ; tu es un véritable trésor dans ma vie.

A MA CHERE BINOME :

DIHIA, je voulais te dire combien je suis reconnaissante d'avoir pu travailler avec toi sur notre mémoire. Je sais que ce travail a été stressant, mais ta détermination et ton engagement ont été incroyable. Je suis heureuse de pouvoir compter sur toi comme binôme

Chabha



Je dédie ce travail :

*À mes chers parents. Ma chère Maman **SADIA** Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte. Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit pour toi le fruit de tes efforts et témoignage de ma profonde affection*

*Mon cher papa **LAKHDAR** Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le vôtre, tu trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour toutes ces années de sacrifice pour moi.*

*À mes chers frères **AHMED, AMAR, MOULOUD & MENAD***

*À mes chères sœurs **SONIA, NABILA, SOUAD & DJURDJURA***

Qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance, la santé et le bonheur.

*À ma belle-sœur **Feroudja** & À mes beau-frère **KAMEL & MNEOUAR***

*À mes chers neveux **YANIS, ZAINA, SAID, ARIS, DAMIA, AMINE** que dieu vous bénisse*

*À mes copines **LYDIA, YASMINE & MELISSA** Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées. Je vous souhaite une réussite extraordinaire.*

*À ma binôme adorée **Chabha***

À toi, qui as partagé chaque étape avec moi avec tant de détermination et de soutien. Merci d'être là je te souhaite tout le bonheur du monde.

À tous ceux ou celles que j'aime, que je n'ai pas mentionné mais que je n'ai pas oublié...Merci d'avoir été toujours à mes côtés.

Dhia ♥

Table des matières

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

RESUMÉ

CHAPITRE I : LES FROMAGES	3
I.1. Histoire et origine des fromages	3
I.2. Définition du fromage	3
I.3. Matière première de la fabrication fromagère « le lait »	4
I.3.1. Définition de lait	4
I.4. Technologie fromagère	4
I.4.1. Préparation du lait	4
I.4.2. La coagulation	5
I.4.2.1. Coagulation spontanée	5
I.4.2.2. Coagulation acide	5
I.4.2.3. Coagulation enzymatique	6
I.4.2.4. Coagulation mixte	6
I.4.3. Egouttage	6
I.4.4. Salage	6
I.4.5. Affinage :	7
I.5. Classification des fromages :	7
I.6. Composition des Fromages	7
I.7. Intérêt nutritionnelle des fromages :	9
I.8. Les boissons lactiques traditionnelles	11
I.8.1. Ikil	11
I.8.2. Ighi	11
I.9. Dérivés laitiers gras	13
I.9.1. <i>Udhi : Zebda</i> (Beurre frais)	13
I.9.2. <i>Udhi amelhane : Smen</i> (beurre salé)	14
I.10. Les Fromages traditionnels Algériens	14
I.10.1. Fromage frais	15
I.10.2. Fromage à pâte dure	16
I.10.3. Fromage fondu	17

1.10.4. Fromage affinée	17
I.11. Fromage Tiklilt (Klila)	18
I.11.1. Origine du mot Klila	18
I.11.2. Procédé de fabrication du fromage <i>Tiklilt</i>	18
I.12. Incorporation du fromage traditionnel ' <i>Tiklilt</i> ' dans les préparations culinaires	19
I.13. Analyse sensorielle : Objectifs et applications en Agro-alimentaire	19
CHAPITRE II : LES BISCUITS PROTEINES	18
II.1. Histoire d'apparition des biscuits :	20
II.2. Définition de biscuit	20
II.3 Biscuits protéinés	21
II.3.1. Définition des biscuits protéinés	21
II.4. Composition nutritionnelle	21
II.4.1. Source de protéines	21
II.4.2. Autres ingrédients	21
II.5. Bénéfices des biscuits protéinés	22
II.6. Inconvénients des biscuits protéinés	22
II.7. Tendances et Innovations du marché	22
II.7.1. Evolution des préférences des consommateurs	22
II.8. Acceptation par les consommateurs	23
II.9. Différentes expériences explorées pour enrichir les biscuits en protéines	23
II.10. Les besoins nutritionnels spécifiques du sportif	21
II.11. Apports énergétiques	23
II.12. Apport en protéines recommandés pour sportif	24
Matériels et méthodes	31
I. Enquête et validation du procédé de fabrication	33
I.1. Population cible et échantillonnage	33
I.2. But de l'enquête	33
I.3. Déroulement de l'enquête	34
II. Fabrication du fromage traditionnel « <i>Tiklilt</i> »	34
III. Valorisation nutritionnelle du fromage traditionnel « <i>Tiklilt</i> » par incorporation en biscuiteries	37
III.1. Choix et formulation des produits à base du fromage <i>Tiklilt</i>	37
III.2. Présentation des produits et codage	38
III.2.1. Préparation du biscuit	38

III.3. Valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage « <i>Tiklilt</i> »	38
III.3.1. Valorisation qualitative ‘Apport protéique’	38
III.3.2. Valorisation quantitative ‘Valeur énergétique’	39
IV. Analyse sensorielle	39
IV.1. Déroulement de la formation pratique	40
IV.1.1. Test de reconnaissance des saveurs : ISO 13300 :2018	40
IV.1.2. Test triangulaire Norme NF ISO 4120 (2004)	41
IV.1.3. Déroulement du test triangulaire :	41
IV.2. Analyse sensorielle pour les produits d’intérêt :	42
IV.3. Epreuve descriptive : « réalisation d’un profile sensorielle »	45
I.1. Diagramme de fabrication artisanal de fromage	49
I.2. Mode de consommation de <i>Tiklilt</i>	51
I.3. Conservation et commercialisation du <i>Tiklilt</i>	51
II. Résultats de la réalisation d’essais de fabrication du fromage « <i>Tiklilt</i> »	64
II.1. Durée de fermentation	66
II.2. Durée de barattage	66
II.3. Durée de température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum	66
III. Résultats et la valorisation nutritionnelle des produits à base de fromage « <i>Tiklilt</i> »	66
III.1. Valorisation qualitative ‘Apport protéique’	67
III.2. Valorisation quantitative ‘Valeur énergétique’	69
IV. Évaluation sensorielle des formulations alimentaires à base du fromage « <i>Tiklilt</i> »	70
IV.1. Résultats du test triangulaire	70
IV.2. Résultats des tests descriptifs	71
IV.2.1. Profils sensoriels des produits laitiers	71
IV.2.2. Profils sensoriels des biscuits étudiés	73
V. Limitations de l’étude	75
Conclusion et perspectives	
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

% : pourcentage

DA : Dinard Algérien

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Kcal: kilocalories

GPS: Global Positioning System

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

CLA : acide linoléique conjugué

C° : Celsius

J : jour

TEFD : teneur en eau dans le fromage dégraissé

MG : Matière grasse

g : gramme

ml : millilitre

Min : minute

T° : température

KJ : Kilojoules

BST : Biscuit sablé témoin

BSV1 : Biscuit sablé vache 1

BSV2 : Biscuit sablé vache 2

BSC1 : Biscuit sablé chèvre 1

BSC2 : Biscuit sablé chèvre 2

Liste des figures

Figure 1: 'Chekoua': Outre en peau de Brebis/Chèvre	12
Figure 2: <i>Thakhssayeth Oussendou</i> ou ' <i>Thakhchachet</i> ' : Calebasse de barattage	13
Figure 3: différents types de biscuits sablé	20
Figure 4: Aperçu général des méthodes adoptées et des paramètres étudiés pour la réalisation de la partie expérimentale	32
Figure 5: Positionnement géographique des sites d'échantillonnage du lait destiné à la fabrication du fromage traditionnel « Tiklilt »	36
Figure 6: déroulement de l'épreuve de reconnaissance des saveurs	40
Figure 7: Analyse sensorielle des produits étudiés lors de la formation pratique	41
Figure 8: Déroulement du test triangulaire pour le fromage vache et fromage chèvre	43
Figure 9: Déroulement du test triangulaire pour le BT et BV1 et BV2 et BC1 et BC2	44
Figure 10: Déroulement du test triangulaire pour le lait de vache et le lait chèvre	44
Figure 11: Déroulement du test triangulaire pour Ighi de vache et Ighi de chèvre	45
Figure 12: Évaluation sensorielle par les dégustateurs	46
Figure 13: Diagramme de fabrication du fromage Traditionnel <i>Tiklilt</i>	49
Figure 14: Essais de fabrication du Ighi et du fromage traditionnel Tiklilt	65
Figure 15: Superposition des profils sensoriels du lait	72
Figure 16: Superposition des profils sensoriels de Ighi	72
Figure 17: Superposition des profils sensorielles du fromage	73
Figure 18: Superposition des profils sensoriels des BST, BSV1 et BSV2 étudiés	74
Figure 19: Superposition des profils sensoriels des BST, BSC1, et BSC2 étudiés	74

Liste des tableaux

Tableau I : Quantités de produits laitiers conseillées par jour (en g) .	10
Tableau II: Quantité de fromage nécessaire, pour couvrir les besoins minimum journaliers en acide aminés essentiels de l'adulte (en g) .	11
Tableau III: Principaux dérivés laitiers et fromages traditionnels Algériens .	15
Tableau IV: Description des échantillons de « lait » ayant servi à la fabrication du fromage «Tiklilt ».	35
Tableau V: Liste du matériel utilisé.	37
Tableau VI: Recettes de témoin biscuit sablé	38
Tableau VII : Descripteurs retenus pour les tests descriptifs des produits laitiers	47
Tableau VIII: Descripteurs retenus pour les tests descriptifs du biscuit	47
Tableau IX: Consignes pour le jury des épreuves sensorielles	48
Tableau X: Apports protéiques (g/100g) après substitution et essais d'incorporation	68
Tableau XI: Apports énergétiques de biscuit traditionnelle étudié après incorporation du fromage Tiklilt	70

Liste des annexes

Annexe 01 : Questionnaire sur fromage traditionnel *Tiklilt*

Annexe 02 : Matériel utilisé

Annexe 03 : Tableaux de codage

Annexe 04 : Étapes de préparation du BST

Annexe 05 : Questionnaire utilisé pour le test triangulaire

Annexe 06 : Composition des ingrédients des formulations alimentaires à base du fromage traditionnel Tiklilt

Annexe 07 : Résultats des tests sensoriels

Résumé

L'Algérie possède une riche tradition de fabrication des produits laitiers, dont le fromage Tiklilt, un fromage fermenté traditionnel à base de lait cru entier. Ce fromage est une source précieuse de protéines et de minéraux, ce qui en fait un ingrédient idéal pour les biscuits protéinés destinés aux sportifs.

Les sportifs ont des besoins nutritionnels spécifiques, notamment en protéines, pour soutenir la croissance et la réparation musculaire. Les biscuits protéinés sont une collation pratique et populaire pour les sportifs, mais ils peuvent souvent être riches en sucre et en calories. Le fromage Tiklilt est une source riche en protéines et en minéraux. Cette étude visait à formuler un biscuit protéiné pour sportif en incorporant du fromage Tiklilt.

Afin de situer ce fromage dans la société, une enquête a été menée en milieux urbains, périurbains 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.

Deux variétés de fromage *Tiklilt*, issues du lait de vache et de chèvre, ont été élaborées suivant la méthode artisanale. La production débute par une fermentation spontanée de 24 h à 72h. S'ensuit un barattage manuel de 40 minutes \pm 5 minutes dans une Takhessaeyh Oussendu, visant à séparer le caillé (Udhi) du petit-lait (Ighi). Le Ighi est ensuite chauffé à $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pour extraire le lactosérum et récupérer le fromage frais *Tiklilt*.

Dans une série d'essais nous l'avons intégré, en substitution aux œufs et farine T45, avec *Tiklilt* vache et chèvre dans le biscuit sablé.

Les résultats de la valorisation nutritionnelle ont montré un apport protéique non négligeable surtout pour les préparations où la farine a été remplacée par le fromage *Tiklilt* vache. Une amélioration considérable de l'apport énergétique a été enregistrée pour le biscuit sablé chèvre 1 avec un apport de 405.56kcal.

Les résultats du test triangulaire ont révélé une différence significative entre les différents types de produits étudiés (produits laitier et le biscuit). Cinq profils sensoriels ont été réalisées pour les deux variantes de biscuit et les trois variantes des produits laitier (lait ; Ighi et le fromage). La superposition des spider grams a dévoilé les descripteurs les mieux perçus par l'ensemble des jurys.

Mots clés : Fromage *Tiklilt*, biscuits protéinés, fermentation spontanée, artisanal, lait cru entier, apport protéique, apport énergétique, analyse sensorielle.

Abstract:

Algeria boasts a rich tradition of dairy product production, including Tiklilt cheese, a traditional fermented cheese made from whole raw milk. This cheese is a valuable source of protein and minerals, making it an ideal ingredient for protein biscuits intended for athletes.

Athletes have specific nutritional needs, particularly protein, to support muscle growth and repair. Protein biscuits are a convenient and popular snack for athletes, but they can often be high in sugar and calories. Tiklilt cheese is a rich source of protein and minerals. This study aimed to formulate a protein biscuit for athletes by incorporating Tiklilt cheese.

In order to situate this cheese in society, a survey was conducted in urban, suburban, and rural areas of the Tizi-Ouzou region. The results showed that the product is known only by women over 45 years old, and is still made according to the traditional recipe passed down through generations. Traditional methods of making fermented dairy products have been passed down from our ancestors to their descendants. These skills are part of the rich heritage of traditional Algerian food technology.

Two varieties of Tiklilt cheese, made from cow's and goat's milk, were produced using the traditional method. Production begins with a spontaneous fermentation of 24 to 72 hours. This is followed by manual churning for 40 minutes \pm 5 minutes in a Takhessaeyh Oussendu, aiming to separate the curd (Udhi) from the whey (Ighi). The Ighi is then heated to 60°C \pm 5°C to extract the whey and recover the fresh Tiklilt cheese.

In a series of tests, we integrated it, as a substitute for eggs and T45 flour, with cow and goat Tiklilt in a shortbread biscuit.

The results of the nutritional evaluation showed a significant protein intake, especially for preparations where the flour was replaced by cow Tiklilt cheese. A considerable improvement in energy intake was recorded for BSC1 with an intake of 405.56 kcal.

The results of the triangular test revealed a significant difference between the different types of products studied (dairy products and biscuits). Five sensory profiles were created for the two biscuit variants and the three dairy product variants (milk, Ighi, and cheese). The superposition of spider grams revealed the descriptors best perceived by all the juries.

Keywords: Tiklilt cheese, protein biscuits, spontaneous fermentation, artisanal, whole raw milk, protein intake, energy intake, sensory analysis.

الملخص:

الجزائر تزخر بتقاليد غنية في صناعة المنتجات اللبنية، ومن بينها جبنة تيكليلت، وهي جبنة تقليدية مخمرة مصنوعة من الحليب كامل الدسم. تعتبر هذه الجبنة مصدرا قيما للبروتينات والمعادن، مما يجعلها مكونا مثاليا للبسكويت البروتيني الموجه للرياضيين.

يحتاج الرياضيون إلى احتياجات غذائية خاصة، لا سيما البروتينات، لدعم نمو العضلات وإصلاحها. يعد البسكويت البروتيني وجبة خفيفة عملية وشائعة بين الرياضيين، ولكنها غالبا ما تكون غنية بالسكر والسعرات الحرارية. تعتبر جبنة تيكليلت مصدرا غنيا بالبروتينات والمعادن. هدفت هذه الدراسة إلى صياغة بسكويت بروتيني للرياضيين بإضافة جبنة تيكليلت.

للتعرف على مكانة هذه الجبنة في المجتمع، أجريت دراسة استقصائية في المناطق الحضرية وشبه الحضرية والريفية بولاية تيزي وزو. أظهرت النتائج أن المنتج معروف فقط لدى النساء فوق سن 45 عاما، ولا يزال يصنع وفقا للوصفة التقليدية المتوارثة عبر الأجيال. تم نقل طرق الإنتاج التقليدية للمنتجات اللبنية المخمرة من أسلافنا إلى أحفادهم. هذه المهارات جزء من الإرث الغني للتكنولوجيا الغذائية التقليدية الجزائرية.

تم إنتاج نوعين من جبنة تيكليلت، من حليب البقر والماعز، وفقا للطريقة التقليدية. يبدأ الإنتاج بعملية تخمير تلقائية تتراوح مدتها بين 24 و72 ساعة. يتبع ذلك عملية تقليب يدوي لمدة 40 دقيقة \pm 5 دقائق في " تخسايت اوسندو"، بهدف فصل الخثارة (أذي) عن مصّل اللبّن (إغي). ثم يتم تسخين الإغي إلى 60 درجة مئوية \pm 5 درجة مئوية لاستخراج مصّل اللبّن واستعادة جبنة تيكليلت الطازجة.

في سلسلة من التجارب، قمنا بدمجها، بديلا عن البيض والدقيق ت45، مع تيكليلت البقر والماعز في بسكويت السابلي.

أظهرت نتائج التقييم الغذائي وجود مساهمة بروتينية كبيرة خاصة في الإعدادات التي تم فيها استبدال الدقيق بجبنة تيكليلت البقر. لوحظ تحسن كبير في القيمة الطاقة في BSC1 بمساهمة 405.56 كيلو كالوري.

كشفت نتائج الاختبار المثلث عن فرق كبير بين الأنواع المختلفة من المنتجات المدروسة (منتجات الألبان والبسكويت). تم إجراء خمسة ملفات تعريف حسية للنوعين من البسكويت والثلاثة أنواع من منتجات الألبان (الحليب؛ إغي والجبن). كشفت تراكم خرائط العنكبوت عن الوصفاء الأكثر إدراكا من قبل جميع الحكام.

كلمات مفتاحية: جبنة تيكليلت، بسكويت بروتيني، تخمير تلقائي، حرفي، حليب كامل غير مبستر، إمداد بروتيني، قيمة غذائية، تحليل حسي.

Agzul:

Lezzayer tesëa ansay d ameqran n ufares n yifarisen n uyefki, gar-asen ayet n Tiklilt, d ayet aqbur yettwaxedmen s uyefki aherfi . Ayet_a d aybalu yesëan azal n tproteine d lminat, dya d aya ay t-yeğğan ad yili d ahric yelhan i ukkudu n tproteine ay d-yettwawehhan i yinaddalen Inaddalen sëan lherš n tuččit s umata, ladya aprotéine, akken ad eiwnen annerni n tfekka d usseqdec-nnes. Tihemliwin n lprotéine d ayen ay iwatan yerna ttwaħemmlent atas I yinaddalen, maca zemrent ad sëunt atas n ssker ed tkalorit. Tiklilt d aybalu n lprotéine d lminat. Tazrawt-a tesëa iswi n usnulfu n yiwen n ukkudu n tproteine i yinaddalen s ussekcm n wayet n *Tiklilt*.

I wakken ad nessemres ayet-a deg tmetti, tella-d yiwet n tezrawt deg temnađin timerranin, n tlemmast n temdint d temnađin n tyiwanin n wilaya n Tizi-Ouzou. Igmađ-a sseknen-d dakken afaris-a ssnen-t kan tilawin nnig n 45 n yiseggasen, yettwaxdem dima s tesmekta n tmeškiwt ay d-yettwasqedcen s tsuta yer tayed. Tignatin tiqburin n ussewjed n yifarisen n uyefki yettwaferqen ttwađefrent-d seg lejdud-nney arma d tarwa. Tizemmar-a d ahric seg tgemmi tamerkantit n tesnatwilt tazzayrit tansayt n tuččit.

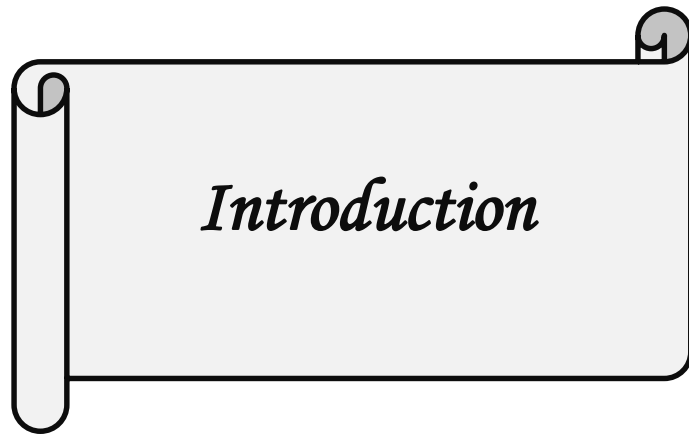
Snat n tyawsiwin n wayet n Tiklilt, ay d-yettwaxedmen seg uyefki n tfunast d tyadt, ttwaxedment s ttawilat n tmeškiwt. Afares yebda s ufran s timmad-is 24 n tsaetin ar 72 n tsaetin. Dya đefren-t-id s uhuzzu s ufus 40 n tedqiqin ± 5 n tedqiqin deg yiwen n Takhessaeyh Oussendu, iswi-nnes d aferreq n udi seg yiwi. Syin, ad sehmu_n Iyiyi-nni arma d $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ akken ad d-yufrar wayet-nni yef waman.

yiwet n tesgilt n yikayaden, deg umđiq n tmellalin d lfarina n T45, narra-as ayet n tfunast d tyadt Tiklilt deg ukkud.

Igmađ n uskazal n tuččit sseknen-d atas n tyawsiwin n tproteine, ladya i yiheggiyen anda ay yettwabeddel lfarina s wayet n Tiklilt n tfunast. Asnerni ameqqran deg usekcemi n tezmert yettwasekles i BSC1 s usnerni n 405,56 kcal.

Igmađ n tesleđt n krađ n yigensasen sseknen-d amgired ameqran gar ššenëat yemgerraden n yifarisen ay d-yettwazren (ifarisen n uyefki d yikkudu-ten). semmus n yiferdisen n thulfa ttwaxedmen i snat n tmiđranin n ukkudu d krađ n tmiđranin n yifarisen n uyefkil (ayefki; Iyi d wayet). Asdukel n tissisin sebganen-t-d imseftiyen igerrzen syur yimseftiyen.

Awal agejdan : Ayet n Tiklilt, ukkudu n lproteine, yefra s timmad-is, artisanal,andal ayefki iqerray s lekmal-is, asekcem n lproteine, asekcem n tezmert, asekcemi n thulfa.



Introduction

Introduction

En Algérie, la consommation du lait et des produits laitiers est traditionnellement liée à la pratique de l'élevage. Les produits laitiers étant fabriqués par des processus artisanaux anciens, à partir d'un lait ou de mélange de laits de différentes espèces. Il existe une grande variété de produits laitiers de terroir, leur dénomination ainsi que leur processus de fabrication diffèrent d'une région à une autre. (**Hallel,2001**).

La fabrication du fromage est le moyen le plus anciennement connu pour conserver le lait (**Corrieu et Luquet,2008**). Le *Jben* et *Tiklilt* sont des fromages traditionnels les plus connus en Algérie. Ces derniers restent encore non labélisés, leurs fabrications sont destinées à l'autoconsommation au niveau familial. Certains de ces fromages traditionnels, sont plus ou moins commercialisés d'une manière artisanale (**Aissaoui ,2004**).

Tiklilt est l'un des fromages traditionnels les plus populaires en Algérie, c'est un fromage fermenté produit empiriquement dont la méthode traditionnelle de fabrication est encore en usage de nos jours (**Leksir et al.,2019**). Le fromage Klila est connu, fabriqué et consommé sous différentes formes depuis l'antiquité (**Duval,1855 ; Ben Danou,1929 ; Campus,1984 ; Denis, 1989 ; Tamime et O'connor, 1995 ; Bellakhder, 2008**). La teneur élevée de ce fromage en protéines, associée à une faible teneur en matières grasses, en fait un ingrédient intéressant pour l'enrichissement des aliments. De plus, ce fromage présente une richesse en calcium, vitamine et en acides aminés essentiels, ce qui en fait un candidat idéal pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle des produits.

L'objectif principal de cette recherche est de formuler un biscuit protéiné pour les sportifs en utilisant le fromage *Tiklilt* comme source principale de protéines.

Pratiquement très peu d'études axées sur le fromage algérien *Tiklilt* ont été retrouvées, ce qui motive l'intérêt de la présente étude.

Le présent travail vise les objectifs suivants :

- 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 référence du fromage Klila à caractériser et à étudier, la collecte sera effectuée dans diverses localités ;

- Etablir le diagramme de fabrication et reconduction du procédé au laboratoire à partir de lait de vache et lait de chèvre ;
- Analyses nutritionnelles des échantillons du Klila fabriqué au laboratoire pour déterminer l'apport nutritionnel de ce fromage ;
- Essais d'incorporation du fromage Klila dans la biscuiterie traditionnelle afin d'estimer l'apport de ce fromage dans l'amélioration des propriétés organoleptiques des produits en question.

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 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 formes fraiche en l'intégrant dans des spécialités de biscuiteries traditionnelles. 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 sur les produits traditionnels en Algérie à savoir leur mode de fabrication artisanal, et les propriétés des fromages traditionnels Algériens et qui traite aussi le mode fabrication du fromage en générale dont une partie du chapitre est consacré pour parler de notre fromage traditionnel *Tiklilt* ; et un deuxième chapitre consacré pour les biscuits protéinés destiné au sportifs.



Etude bibliographique



CHAPITRE I: LES FROMAGES

I.1. Histoire et origine des fromages

Le mot 'fromage' vient du latin *formaticus* signifiant 'ce qui est fait dans une forme' (**Bargis, 2012**). La découverte du fromage fut probablement le fait du hasard, on en connaît pas l'origine précise, mais on sait, grâce à des découvertes archéologiques, qu'on fabriquait du fromage depuis les origines de l'élevage.

Les premières traces d'élevages laitiers remontent à 10 000 ans au Moyen-Orient, les laits de brebis et de chèvre furent apparemment les premiers laits transformés, les ovins et les caprins ayant été les premiers animaux domestiqués (**Vilain, 2010**).

La découverte d'ustensiles ayant servis à ces fabrications au cours des nombreuses fouilles archéologiques, ayant eues lieu à travers le monde et en particulier en Egypte, en Mésopotamie ou dans le bassin méditerranéen, attestent de l'utilisation très ancienne de ces fermentations (lait caillés et fromages). L'histoire du fromage c'est le 'Frise de la laiterie' découvert dans la ville de Ur, aujourd'hui située en Irak déjà connu à Babylone vers l'année 3000 ans avant J-C. qui est le plus ancien fromage connu. Les Grecs, puis les Gaulois commerçaient le fromage vers 1500 années avant J.C, il constituait un des éléments obligatoires de la ration du soldat romain (**Fox et McSweeney, 2004**). C'est aux Romains que l'on doit d'avoir développé l'art de la fabrication de différents types de fromages (**Fox et McSweeney, 2004**), mais le fromage était aussi un aliment très apprécié à l'époque des Grecs et de Egyptiens (**Shetty et al., 2006**).

La fabrication du fromage est le moyen le plus anciennement connu pour conserver le lait (**Corrieu et Luquet 2008**). L'homme s'aperçut que le lait qu'il entreposait coagulait et qu'une fois séparé de son sérum, le coagulum devenait une masse compacte qui pouvait sécher, et donc se conserver et être transportée (**Vilain,2010**). L'acidification spontanée à l'origine de la coagulation entraînait, du fait de sa lenteur, une remontée de la crème à la surface, les laits fermentés, le beurre et le fromage sec furent sans doute les premiers produits laitiers.

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-dures, 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.

I.3. Matière première de la fabrication fromagère « le lait »

I.3.1. Définition de lait

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « Le lait est le produit intégral de la traite total et ininterrompue d'une femelle litière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ». Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (**Larpen, 1997**)

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est de couleur blanche, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré. Il doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires.

I.4. Technologie fromagère

La fabrication du fromage est la transformation du lait liquide, une matière première instable, volumineuse mais hautement nutritive en un produit stable, savoureux et concentré qui procure un plaisir gustatif et une longue durée de vie et de conservation, le fromage (**Bennett et Johnston, 2004**). Ce dernier est obtenu par coagulation du lait suivi d'un égouttage du coagulum (**FAO, 1995**), et enfin l'affinage qui est une étape facultative réservée seulement aux produits maturés (**Ramet, 1985**).

I.4.1. Préparation du lait

Dans de nombreuses fabrications de fromages fermiers, le lait, encore tiède, est mis en coagulation dès la traite, après une simple filtration. Dans certains cas, on laisse le lait reposer quelques heures dans un local frais afin de procéder à un écrémage partiel en recueillant la crème montée à la surface et afin de permettre le démarrage de la flore lactique intervenant dans la coagulation.

Ces procédés ont l'avantage de permettre d'utiliser et de conserver sur place, de façon très simple, le lait et constituent un moyen non négligeable pour améliorer les ressources alimentaires et les revenus des éleveurs.

I.4.2. La 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.4.2.1. Coagulation spontanée

Sous l'influence de certains ferments, le sucre contenu dans le lait passe peu à peu à l'état d'acide lactique et le lait se caille de lui-même ou tourne selon l'expression vulgairement consacrée.

Cette transformation est longue à s'effectuer et le lait exposé à l'air reçoit en même temps tant de ferments, outre ceux qui sont utiles, que la précipitation n'est pas toujours très régulière et que le caillé possède quelque fois un goût ou une odeur désagréable. Ce procédé, qui du reste, est rarement employé maintenant, doit tendre à disparaître, si l'on veut que le caillé se forme très lentement comme par exemple, pour la préparation du fromage à la crème, on peut arriver à ce résultat d'une autre manière en ajoutant par exemple une faible quantité de présure. (**Larbalétrier, 2015**)

I.4.2.2. 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 sub micelles est réduite et provoque une précipitation des caséines à leur point isoélectrique (phi de la caséine). A ce pH, la neutralisation des charges est complète, les micelles des caséines flocculent et se soudent, elles forment un gel homogène qui occupe tout le volume du lait et emprisonne le lactose (**Yildiz, 2010**).

I.4.2.3. 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 : la chymosine (80) et la pepsine (20). 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.4.2.4. Coagulation mixte

Selon **FAO, 1995**, 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.

I.4.3. Egouttage

L'égouttage est la deuxième phase de la fabrication du fromage. Le gel formé par acidification ou par action de la présure est dans un état physique instable. La phase dispersante se sépare spontanément du coagulum sous forme de lactosérum liquide jaune pâle. L'élimination progressive du lactosérum (par synérèse) s'accompagne de la rétraction et d'un durcissement du gel (**Boutonnier, 2012 ; Bennett et Johnston, 2004**). C'est une phase essentielle qui conditionne directement la composition du fromage et son devenir au cours de l'affinage (**Ramet, 1985**).

I.4.4. Salage

Le salage s'effectue de différentes façons, en saupoudrant le caillé de sel, en l'immergeant dans la saumure ou encore en le frottant avec un chiffon salé (**Hui, 1992**).

Le salage a un triple rôle : il complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte ; il règle l'activité de l'eau (A_w) du fromage et par là favorise, freine ou oriente le développement des micro-organismes et les activités enzymatiques au cours de l'affinage ; il relève la saveur, rehausse l'arôme du fromage et masque ou exalte le goût de certaines substances formées au cours de l'affinage.

I.4.5. Affinage :

L'affinage est le procédé du vieillissement du fromage, celui-ci est placé pendant une durée variable dans une salle ou une cuve spéciale parfois appelée « hâloir », ventilée ou non, dans laquelle la température et l'humidité sont contrôlées. Pendant ce temps, le fromage peut être lavé, retourné, brossé ou déplacé, il devient plus compact, sa croûte se forme et son goût s'affirme. Sauf dans le cas où ce coagulum est consommé à l'état frais, il subit alors un affinage (ou maturation) qui va modifier sa composition, sa valeur nutritive, sa digestibilité et ses caractères organoleptiques (aspect, consistance, saveur, odeur) (**Hylckama et al., 2007 ; Hui, 1992**).

I.5. Classification des fromages :

On divise généralement les fromages en deux grandes sections : ceux à pâte molle ceux à pâte ferme, catégories qui sont, elle-même, subdivisées en fromage frais et fromage affinés pour la première, et fromage pressés et fromage cuit pour la seconde catégorie. (**Larbalétrier, 2015**)

Selon le **codex alimentaire**, il est peut-être plus rationnel de prendre comme base fondamentale d'une classification, la nature et l'origine du lait, texture, méthode de coagulation, indices d'affinage et technologique.

Une classification officielle des fromages en fonction de la teneur en humidité dans le fromage dégraissé (HFD), de leur teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage est donnée par le **CODEX STAN 283 (1978)** cité par la **FAO (1995)**.

I.6. Composition des Fromages**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. La principale protéine des fromages est la caséine et lors de leur fabrication, son coefficient d'utilisation digestive s'élève du fait de la coagulation provoquée par son hydrolyse partielle et passe ainsi de 90% pour le lait à 97-98% pour les fromages.

I.6.2. Calcium

Les éléments minéraux des fromages représentent les facteurs nutritionnels les plus intéressants. Le calcium s'y retrouve en quantités supérieures à celles du lait : jusqu'à dix fois plus pour les fromages à pâte dure et quatre à cinq fois pour les pâtes molles. Seuls les fromages frais contiennent des quantités équivalentes à celles du lait. Les fromages les plus gras contiennent relativement moins de calcium et de phosphore. Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium et de phosphore dont les teneurs varient en fonction du mode de fabrication et de la teneur en eau (**Fox et McSweeney, 2004**).

I.6.3. Vitamines

Les vitamines sont présentes dans les fromages en quantités variables. Les vitamines liposolubles essentiellement les vitamines A et D sont apportées par les lipides. 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**).

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

La teneur des fromages en lipides est très variable car certains fromages (exemple : fromage frais) sont fabriqués avec du lait enrichi à la crème alors que d'autres sont obtenus à partir de lait totalement ou partiellement écrémé.

Les teneurs en acides gras sont aussi équivalentes à celles du lait, surtout les acides gras volatiles (C2, C4, C6 et C8) qui donnent au fromage son odeur. Le cholestérol subit une concentration lipidique : il atteint ainsi une valeur moyenne de 80mg/100g. Une faible partie des lipides (dont le degré est fonction du type d'affinage) est hydrolysée et transformée en cétones. Les acides gras et les cétones ont un rôle

aromatisant, cependant, leur excès peut rendre le fromage moins digestible chez les sujets sensibles (**O'Brien et O'connor, 2004**).

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. Glucides

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**). La teneur en lactose est ainsi de :

- 3,5% dans les fromages frais non sucrés ;
- 18% environ dans les fromages frais sucrés ou aux fruits ;
- Négligeable dans les autres fromages : ils peuvent donc être consommés dans les régimes sans lactose.

I.7. Intérêt nutritionnelle des fromages :

Le fromage présente plusieurs avantages nutritionnels, notamment en tant que source de protéines, calcium, vitamines B12, et autres nutriments essentiels.

Une étude publiée dans le (**journal of agricultural and Food chemistry, 2013**) souligne la valeur nutritionnelle du fromage en tant que source de protéines de haute qualité.

De plus, la richesse en calcium du fromage est confirmée dans une recherche du (**journal of the American college of nutrition 2011**), contribuant ainsi à la sante osseuse.

Cependant, il est recommandé de surveiller la consommation de matière grasses et de sel, comme mentionne dans les directives nutritionnelles de OMS

I.7.1. Valeurs énergétiques

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)**. Ce tableau ci-dessus présente les quantités recommandées des produits laitiers, notamment de lait et de fromage, en fonction des différentes tranches d'âge.

Tableau I :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 11ans	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 aminées 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 aminées essentiels (en supposant que l'un de ces produits laitiers constitue la seule source de protéines du régime).

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 II: Quantité de fromage nécessaire, pour couvrir les besoins minimum journaliers en acide 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. Les boissons lactiques traditionnelles

I.8.1. Ikil

Ikil appelé aussi le lait caillé (Rayeb), Il est également connu sous d' autres noms dans d'autres pays, comme *Laben Rayeb* à Soudain (**Abdelgadir et al., 1998**), *M'bannik* (wolof) au Sénégal ou l'ergo en Éthiopie (**Duteurtre et al., 2003**) qui se définit comme est une type de lait fermenté qui fabriqué en faisant coaguler du lait pendant 24 à 72 heures selon la saison, ce processus appelle la fermentation naturelle du lait qui est comme de nombreux autres processus de fermentation traditionnels, est spontanée (**Mechai et Kirane, 2008**) à l'aide des bactéries lactiques mésophiles. Après une simple homogénéisation, il peut être consommé comme boisson ou ajouté à d'autres plats traditionnels comme (Couscous, Mesfouf).

I.8.2. Ighi

Ighi (lben) est un des dérivés laitiers le plus connu dans la transformation artisanale du lait. Il est largement consommé en Algérie, il est extrait suite au barattage du Rayeb et séparation du beurre (**Mechai et al., 2014 ; Camps, 1984 ; Harrati, 1974-b**).

La préparation du *Lben* commence par la coagulation du *Rayeb* qui peut être consommé crue ou subit un barattage et un écrémage. La baratte traditionnelle variant d'une région à l'autre, sont utilisées en Algérie, soit *Chekoua* ou *Kerba* qui utilisé par Les Chaouias et les nomades sahariens. Il est issu d'un traitement laborieux de la peau de chèvre ou brebis à de forme de sac imperméable par la nouaison de diverses ouvertures.

La moitié de *Rayeb* est versée dans le *Chekoua*, qui est ensuite gonflée. Le *Chekoua* est ensuite soigneusement secouée et vigoureusement pour suivre pendant une demi-heure. Pour favoriser l'agglomération des particules de beurre, le développement des globules gras (beurre) est jugé par l'évolution de sa qui se produit au sein de la *Chekoua*. En règle générale, une tasse d'eau chaude ou froide est ajoutée, en fonction de la température du lait. Le beurre frais est extrait manuellement d'une seule motte connue sous le nom de *Zebda*. *Lben* est le nom donné à la petite quantité de lait laissée après ces procédures (**Benkerroum et Tammime, 2004**)

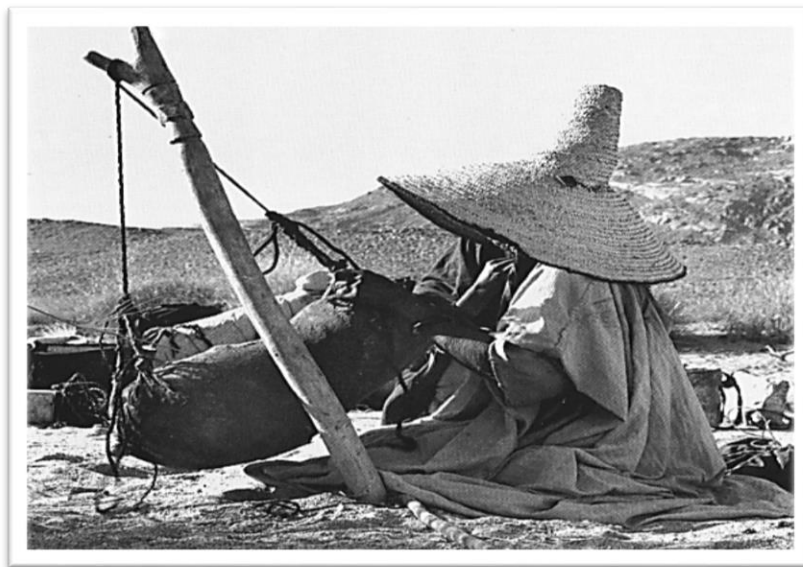


Figure 1:'Chekoua':Outre en peau de Brebis/Chèvre (**Camps,1984**)

Pour les régions de Ferdjioua, Mila, and Jijel les femmes utilisaient des ustensiles en terre cuite appelés « *Mezla* » ou « *Artoul* » (C) lorsqu'il s'agissait de petits volumes (**Leksir et al., 2019**) en gardant le même principe de préparation de *Lben*.

Dans les régions de Kabylie (autres régions du nord de l'Algérie) utilisent le « *Thakhssayeth Oussendou* » aussi appelé « *Thakhchachet* » (B) c'est un fruit assez étrange, dur et vide à l'intérieur, est utilisé comme baratte traditionnelle. Le manipulateur doit secouer vigoureusement avant d'ajouter de petites quantités d'eau chaude ou froide, selon la température ambiante, pour amener la température de l'ensemble à un niveau suffisant pour recueillir les grains de beurre. Le processus de barattage prend de 40 minutes à 1 heure et 15 minutes. "*Zebda*" est principalement récolté à la main (**Leksir et al., 2019**).



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

I.9. Dérivés laitiers gras

I.9.1. *Udhi* : *Zebda* (Beurre frais)

a. Définition

Le Zebda (beurre traditionnel) également connu sous le nom de beurre de cru, on peut définir selon le **Codex alimentaire**, le Zebda est un aliment gras composé entièrement de laite et de produits laitiers, généralement sous la forme d’une émulsion eau dans huile, il prépare à partir la crème des différentes espèces (vache, chèvre.) ; le lait cru est soumis à l’acidification spontanée à température ambiante jusqu’à coagulation (Rayeb) (**Idoui et al., 2010**).

b. Fabrication de Zebda traditionnel

Le procédé de fabrication traditionnelle de Zebda commence premièrement par une fabrication artisanale du Rayeb (fermentation spontanée pendant 12 à 48h à une température ambiante). Après la fermentation, le lait coagulé est transvasé dans une Chekoua (**Derouiche, et Ferhi, 2021**). Après le barattage pendant 40 à 60 min jusqu’à la formation de Lben et une crème qui flotte dessus appelle « Zebda » (**Idoui et al., 2010**). L’extraction de Zebda s’effectue de la manière suivante : L’ajout d’eau froide aux grains de Zebda les refroidit et les consolide. La procédure de barattage est ensuite répétée pendant quelques minutes jusqu’à l’obtention de globules gras.

I.9.2. *Udhi amelhane* : *Smen* (beurre salé)

a. Définition

Smen ou Dhan est un type de beurre fermenté traditionnel produit à partir de lait cru, de crème ou de beurre provenant de divers animaux. Selon l'humidité et la température ambiante de la zone de stockage, la fermentation peut durer de quelques mois à plusieurs années (**Boussekine et al., 2020**). Il est fabriqué dans les pays du Maghreb, principalement l'Algérie et le Maroc (**Chaker, 1986**), et le nom et les techniques de préparation varient selon le lieu. Il est connu sous le nom de Dhan ou Smen en Algérie, Samna en Égypte et Samin au Soudan. Ce beurre fermenté est principalement utilisé pour rehausser la saveur et l'arôme d'une variété de recettes traditionnelles. Il est également utilisé en médecine traditionnelle pour soulager l'agonie d'un rhume, qui s'accompagne de toux, de rhumatismes et de lésions osseuses (**Boussekine et al., 2020**).

b. Préparation du Smen algérienne

Après la collecte du lait, le lait cru est fermenté spontanément à température ambiante jusqu'à coagulation avec une durée variante de 12 à 120 h selon la saison à laquelle cette fermentation est effectuée. Le coagulum obtenu est Rayeb. Après cette étape vient l'étape la plus importante dans la fabrication du beurre c'est barattage de Rayeb à partir de Chekoua pendant 45 minutes à 1 heure les produits obtenus après cette étape la crème (le beurre) et le babeurre (**Bensedid et El fodil, 2020**).

Le beurre est séparé et malaxé manuellement pour garantir une bonne élimination de l'eau, il est chauffé à feu doux jusqu'à ce qu'il fonde. La température de fusion n'a pas pu être définie, mais ils ont indiqué que le beurre devait être fondu lentement pour éviter la dégradation des graisses et pour une meilleure séparation des résidus de Lben et des impuretés (**Bensedid et El fodil, 2020**).

Pour l'étape de salage, le sel est le seul ingrédient ajouté au beurre pour une meilleure conservation et pour l'amélioration du goût. Pour la dernière étape c'est maturation qui représente le stockage de Smen dans un récipient en argile, le stockage est variable, ceci est lié aux conditions d'élaboration du Smen (surtout d'hygiène), aux conditions d'entreposage et au degré de maturation souhaitée (**Boussekine et al., 2020**).

I.10. Les Fromages traditionnels Algériens

En Algérie, les produits laitiers traditionnels, notamment les fromages, font depuis longtemps la fierté de la tradition culinaire. Il est clair que ces produits ont joué un rôle majeur dans l'alimentation des communautés rurales (**Henriques et Pereira, 2017**).

La diversité des fromages implique l'utilisation de procédés spécifiques de transformation et indiqué aussi la diversité et la différence des cultures au sein de l'Algérie (Leksir et al., 2019). Ces fromages sont de fabrication traditionnelle sachant que chaque fromage a une méthode de fabrication spécifique. Certains fromages sont connus, fabriqués et consommés jusqu'à nos jours, tandis que d'autres sont malheureusement en voie de disparition pour diverses raisons, à savoir l'indisponibilité du fourrage, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires (Leksir et al., 2019).

Les fromages traditionnels algériens sont répartis à des catégories principales, à savoir les fromages frais, les fromages affinés, les fromages fondus et les fromages à pâte dure.

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

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

I.10.1. Fromage frais

I.10.1.1. Ighounane (Adhghes)

a. Définition

Adghes en Kabyle signifie « premier lait après mise bas » ou Colostrum qui c'est un fromage traditionnel frais, il est fabriqué à partir du lait de vache ou de chèvre et de brebis, il est produit dans la région des Aurès à une préparation simple qui représentait un mélange de colostrum et d'œufs (Bouaguel et al., 2020).

b. Fabrication de fromage Adhghes

Le lait a subi un processus de fermentation naturelle qui a duré de 24 à 72 heures. Après coagulation, le Rayeb subit un égouttage de 12 heures sur un tissu (Chèche) pour éliminer le plus de lactosérum possible. On chauffe ensuite le coagulum et on ajoute du sel et du jaune d'œuf. Après le chauffage, le mélange reste au repos pendant 30 à 45 minutes pour finir de

s'égoutter. Le coagulum imprégné de petit-lait est récuré plusieurs fois afin de favoriser son exsudation. Enfin, le caillé est par la suite pressé et stocké à température ambiante (**Bouaguel et al., 2020**).

I.10.1.2. Aghoughlou

Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par le latex de figuier (*Ficus carica*), le caillé obtenu est consommé frais.

I.10.1.3. Kemariya (Takemmarite)

C'est un fromage traditionnel produit principalement à partir de lait de chèvre, Il est coagulé par des présures végétales ou animales, cependant il peut être aussi fabriqué à partir de lait de vache et de chamelle. La Kemariya ou Takemmarite (Berbère), est fabriqué selon des procédés traditionnels dans les régions du M'Zab (**Bousnane et Djadi, 2009**), notamment dans la wilaya de Ghardaïa. Il est consommé souvent en dessert durant les périodes de fêtes arrosé de miel, garni de cacahuètes et servi avec du thé à la menthe. Du fait de la forte demande de ce fromage, il est de plus en plus produit par des PME selon des processus semi industriels pour être commercialisé aussi bien sur les marchés traditionnels qu'au niveau de certaines grandes surfaces du Nord algérien

I.10.1.4. Klila frais

Pour éviter sa dégradation durant la phase de stockage, Lben est chauffé modérément (55 °C - 75 °C) jusqu'à la séparation du lactosérum.

Le coagulum obtenu, appelé *Klila*, fabriqué dans plusieurs régions de l'Algérie, est consommé comme un fromage frais après égouttage naturel (**Harrati, 1974-a**).

I.10.2. Fromage à pâte dure

I.10.2.1. Takammart

Selon **Hallal (2001)**, il s'agit d'un fromage du Hoggar fabriqué en introduisant un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait, puis en retirant le caillé avec une louche et en le déposant en petites tas sur une natte, qui est ensuite pétrie pour retirer le sérum et puis le déposer sur une autre natte de fenouil sauvage qui lui donne l'arôme. Les nattes sont ensuite placées à l'ombre jusqu'à ce que le fromage soit cuit. Pendant un mois, le fromage peut subir un affinage (**Gast et al., 1969 cité par Abd Elaziz et Ait Kasi, 1992**). Il existe un fromage appelé Ahaggar. Il s'agit d'un fromage sec et dur fabriqué au Niger, en Inde (Tikkamarin) et en Afghanistan (**Oteng-Gyang, 1984**).

I.10.2.2. Klila séché

Comme il peut être consommé frais, le fromage *Klila* peut également être découpé puis séché (de 2 à 15 jours selon la saison), et ensuite utilisé après réhydratation comme un ingrédient dans des préparations culinaires. Sous sa forme déshydratée, il peut être conservé plusieurs années à température ambiante, dans des jarres en terre cuite ou des sacs en peau de chèvre/brebis (**Denis, 1989 ; Camps, 1984 ; Ben Danou, 1929 ; Duval, 1855**).

I.10.3. Fromage fondu

1.10.3.1. Imdeghest (Medghissa)

Le fromage *Medghissa* est bien connu dans la région de Chaouia du pays à nom original « Imdeghest ». C'est un fromage fondu, préparé par la cuisson de Klila semi sèche dans le lait entier de vache, chèvre ou de brebis (**Aissaoui et al., 2011**).

a. Préparation de Medghissa

Il est fabriqué à partir de Klila frais qui a été salé et mélangé avec du lait froid. Le tout est mis sur une plaque chauffante à ébullition jusqu'à ce que le caillé et le lactosérum soient séparés. La marmite est basculée pour enlever le lactosérum lorsque le mélange a refroidi. Le fromage obtenu est une pâte jaune salée et élastique appelée Medghissa (**Aissaoui et al., 2011**).

1.10.4. Fromage affiné

1.10.4.1. Bouhezza

C'est un fromage affiné traditionnel, à pâte molle, des régions de l'Est algérien (Oum el Bouaghi, Khenchela, Batna etc....) jadis réputées par une pratique importante de l'élevage extensif des caprins et des ovins. En effet, à l'origine, le Bouhezza était le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis, toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache (**Aissaoui, 2014 ; Lemouchi, 2007 ; Aissaoui, 2004**).

Le fromage est obtenu après transformation du Lben dans une outre (*Chekwa*) fabriquée à partir de peau de chèvre préalablement traitée avec du sel et du genièvre (**Aissaoui, 2014**). L'égouttage, le salage et l'affinage du Bouhezza sont réalisés simultanément dans l'outre pendant une durée de 2 à 3 mois. Au cours de la période d'affinage, du Lben et du lait sont rajoutés au contenu de l'outre. Au stade de la consommation le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, ce qui lui donne un goût particulier (**Aissaoui, 2004**).

I.11. Fromage Tiklilt (Klila)

I.11.1. Origine du mot Klila

En Kabylie, le lait qui caille spontanément en période de fortes chaleurs est appelée '*Tiklilt*' et comme le fromage traditionnel *Klila* est le caillé récupéré après fermentation et caillage du lait ça reste une des hypothèses les plus fortes.

Une autre hypothèse suggère que *Klila* est appelée ainsi à cause du petit rendement fromager par rapport à la quantité initiale du lait mise en œuvre (à peu près 1/10). *Klila* en Arabe « قليلة » signifie petite quantité. Elle est aussi appelée '*Lacta*' dans certaines régions de l'extrême Nord-Est algérien, c'est un terme qui s'apparente au lait. (**Leksir et Chemmam, 2015**)

I.11.2. Procédé de fabrication du fromage Tiklilt

I.11.2.1. Matière première

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**)

I.11.2.2. Fermentation

Le lait traité, 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 à 35°C, pendant une journée près d'un foyer, ou protégé sous un tissu en un lieu tiède. (**Gast, 1991**)

I.11.2.3. Barattage

Le caillé (*Rayeb*) est baratté en ajoutant un peu d'eau froide qui fige le beurre, en secouant à l'aide d'une baratte, qui est différente d'une région à une autre. (**Gast, 1991**),

I.11.2.4. Chauffage

Le fromage *Tiklilt* est obtenu par un chauffage relativement modéré du *Ighi* vers 55-60°C au maximum. En tout, le chauffage dure 10 minutes. On ne le maintient pas à 55-60°C au contraire dès qu'on arrive à cette température, on arrête le chauffage. On observe au cours de ce chauffage, la sortie d'un liquide verdâtre et la formation de masses 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**).

I.11.2.5. Egouttage

Le caillé est alors spontanément égoutté ou pressée à la pierre, 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

I.11.2.6. Conservation

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, *Tiklilt* fraîche est conservée dans des ustensiles en terre cuite durant une période qui ne dépasse pas une semaine.

I.12. 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 rekhssisse* (Leksir et al., 2019). Le fromage *Tiklilt* desséché tient lieu de « protéine, viande » dans certaines préparations culinaires (Ben Danou, 1929).

I.13. Analyse sensorielle : Objectifs et applications en Agro-alimentaire

L'analyse sensorielle ou organoleptique est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leurs sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément « évaluation sensorielle » de tout étude alimentaire essentiel. L'analyse sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus.

L'analyse sensorielle est fondée sur trois niveaux métrologique : percevoir, identifier, discerner. A l'aide de descripteurs elle s'attache à avoir un point de vue objectif sur le ressenti.

Les applications sont nombreuses. Lors de la conception d'un produit, l'analyse sensorielle sera mise en œuvre afin de rendre le produit plus « séduisant » pour le client, mais aussi plus confortable, plus ergonomique. La plupart des enseignes de la grande distribution utilisent cette méthode pour améliorer leur part de marché, notamment dans le domaine du secteur agroalimentaire. Les études correspondantes sont souvent sous traitées par des sociétés spécialisées dans ce domaine d'études.

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**).



CHAPITRE II

LES BISCUITS PROTEINES

II.1 Histoire d'apparition des biscuits :

Les origines des biscuits remontent à plusieurs milliers d'années, lorsque la bouillie de céréales devenue galette, premier aliment condensé susceptible d'être conservé (Zhou, 2014). Ce sont en fait des marins du Moyen-âge qui ont créé le terme. Pour se nourrir durant leurs longues traversées, ils emportés de la farine, des œufs et de l'eau pour les cuisiner. Ce mélange était cuit deux fois dans le but de mieux conserver (Manley, 2000).

La consommation des biscuits est devenue très populaire de nos jours à travers le monde (Okpala et Okoli, 2013). Leur popularité est principalement due à leur goût sucré, nature prête à manger, coût abordable, valeur nutritive et longue durée de conservation (Sudha et al., 2007 ; Vujic et al., 2014).

II.2 Définition de biscuit :

Le terme « biscuit » signifie en fait deux cuissons, d'abord pour fixer la structure, puis pour réduire la teneur en humidité (Serrem, 2010). Cette double cuisson n'est plus pratiquée actuellement en biscuiterie et il est plus juste d'entendre le terme biscuit par « bien cuit » (Kiger et Kiger., 1967 ; Pedersen et al., 2004).

Les biscuits sont des produits de boulangerie, généralement fabriqués à partir de farine de blé, de graisse et de sucre. Ils sont fabriqués dans une variété de formes et de tailles et peuvent contenir des fruits secs, des noix et des colorants alimentaires (figure 3). Il s'agit d'un produit sec, généralement de couleur brun doré et à la texture croustillante (FAO, 2007).



Figure 3: différents types de biscuits sablé (Davidson 2018)

II.3. Biscuits protéinés

Les biscuits riches en protéines et les biscuits à haute énergie sont utilisés depuis des décennies en cas d'urgence, en particulier pour répondre aux besoins nutritionnels des enfants. Les biscuits riches en protéines sont des aliments conçus de manière à ajouter des protéines avec des concentrations élevées d'ingrédients alimentaires. Les préparations de biscuits à haute teneur en protéines qui se développent en tant que préparations alimentaires d'urgence doivent contenir suffisamment de nutriments, non seulement remplissant, mais aussi contenant des calories selon le taux d'adéquation nutritionnelle, qui est de 2100 kcal / jour (**Institut de médecine, 2005**)

Les biscuits riches en protéines peuvent être conçus avec l'utilisation de macronutriments tels que les glucides, les protéines et les graisses en quantités recommandées.

II.3.1. Définition des biscuits protéinés :

Les biscuits protéinés se distinguent des biscuits traditionnels par leur formulation qui favorise un apport élevé en protéines. Ils peuvent être disponibles dans divers formats, tels que des biscuits croustillants, des barres ou des biscuits moelleux. Ces produits visent à offrir une collation pratique qui contribue à l'apport quotidien en protéines tout en apportant une satisfaction gustative (**Zinn et al., 2018**).

II.4. Composition nutritionnelle

II.4.1. Source de protéines

Les biscuits protéinés contiennent généralement des protéines dérivées de plusieurs sources :

□ **Protéines animales (whey) :** Riche en acides aminés essentiels, notamment la leucine, qui est cruciale pour la synthèse musculaire (**Wilkinson et al., 2007**).

□ **Protéines végétales :** Telles que les protéines de soja, de pois, ou de chanvre, qui sont idéales pour les régimes végétaliens et apportent également des fibres (**Messina, 2016**). (**Phillips et amp ; Van Loon, 2011**).

II.4.2. Autres Ingrédients

□ **Fibres :** Les biscuits protéinés contiennent souvent des fibres provenant d'ingrédients comme l'avoine ou les graines de lin, contribuant à la satiété et à la santé digestive (**Slavin, 2013**).

□ **Matières grasses saines :** Comme l'huile de noix de coco ou les beurres de noix, qui fournissent des acides gras insaturés bénéfiques pour la santé cardiaque (**Geleijnse et al., 2002**).

□ **Sucrants naturels** : De nombreux biscuits protéinés utilisent des sucraants naturels, tels que le miel ou le sirop d'érable, pour réduire les sucres ajoutés.

II.5. Bénéfices des biscuits protéinés :

- **Satiété Améliorée** : Une consommation élevée de protéines est associée à une sensation de satiété prolongée, ce qui peut aider à contrôler l'appétit et à réduire la consommation calorique globale (**Flood-Obbagy et al., 2006**).
- **Récupération Musculaire** : Pour les athlètes, les biscuits protéinés peuvent servir de collation pratique après l'entraînement, fournissant les acides aminés nécessaires à la réparation musculaire (**Paddon-Jones et al., 2008**).
- **Gestion du Poids** : Des études montrent que des régimes riches en protéines peuvent contribuer à la réduction de la graisse corporelle tout en préservant la masse musculaire (**Wycherley et al., 2012**).
- **Praticité** : Les biscuits protéinés sont faciles à transporter et peuvent être consommés rapidement, ce qui les rend idéaux pour les personnes actives ou occupées (**Maughan ; amp et Burke, 2012**).

II.6. Inconvénients des Biscuits Protéinés

- **Teneur en Sucres Ajoutés** : Certains biscuits protéinés peuvent contenir des niveaux élevés de sucres ajoutés, ce qui peut annuler les avantages d'une collation saine. Il est donc essentiel de lire les étiquettes nutritionnelles pour faire des choix éclairés (**Zinn et al., 2018**).
- **Coût** : Les biscuits protéinés peuvent être plus coûteux que les biscuits ordinaires, ce qui peut limiter leur accessibilité pour certaines personnes (**Fardet, 2016**).
- **Allergies et Intolérances** : Les personnes allergiques au lait, au soja ou à d'autres ingrédients courants doivent faire attention à la composition des biscuits protéinés (**Davis ; amp et Huber, 2018**).
- **Additifs Alimentaires** : Certains produits contiennent des conservateurs ou des additifs qui peuvent nuire à la qualité nutritionnelle globale (**Fardet, 2016**).

II.7. Tendances et Innovations du Marché

II.7.1. Évolution des préférences des consommateurs

Les consommateurs deviennent de plus en plus soucieux de leur santé et recherchent des produits qui soutiennent leurs objectifs nutritionnels. Les biscuits protéinés s'inscrivent dans cette tendance, offrant une alternative plus saine aux snacks traditionnels.

II.7.2. Développement de nouvelles formulations et technologies

L'innovation dans les formulations a permis de créer des biscuits protéinés avec des textures et des saveurs variées, répondant aux goûts divers des consommateurs. De plus, l'utilisation de nouvelles technologies permet d'augmenter la biodisponibilité des protéines (Ghadge ; amp et Karwande, 2018).

II.8. Acceptation par les Consommateurs

II.8.1. Facteurs influençant l'acceptation des biscuits protéinés

Les facteurs qui influencent l'acceptation des biscuits protéinés comprennent le goût, la texture, la perception de la santé, et le prix. Les consommateurs sont également influencés par les tendances alimentaires et les recommandations des nutritionnistes (Grosse et al., 2020).

II.8.2. Études de cas et retours d'expérience des consommateurs

Des études ont montré que les consommateurs sont souvent prêts à essayer des biscuits protéinés, mais que la répétition de l'achat dépend largement de leur satisfaction en termes de goût et de texture (Varela ; amp et Ares, 2012).

II.9. Différentes expériences explorées pour enrichir les biscuits en protéines

II.9.1. Lactosérum

La protéine de lactosérum est un choix privilégié pour enrichir les biscuits en protéines. Extraite du lait lors de la fabrication du fromage, elle constitue une source de protéines de haute qualité, facilement digestible et riche en acides aminés essentiels. Le concentré de protéines de lactosérum, avec sa teneur en protéines pouvant atteindre 80% par portion, est particulièrement apprécié dans la formulation de ces biscuits. (**Code de réglementation fédérale**)

La protéine de lactosérum peut être utilisée comme source de composants protéiques utilisés dans la formulation de biscuits riches en protéines comme aliments d'urgence. Hey est une substance liquide obtenue à partir du processus de séparation du coagulum (caséine agrégée) dans le lait ou la crème dans la fabrication du fromage (**Code de réglementation fédérale**). Il existe différents types de protéines de lactosérum, dont l'un est le concentré de protéines de lactosérum. Selon **Council (2006)**, la protéine contenue dans le concentré de protéines de lactosérum atteint 34 à 80 % par portion.

II.9.2. Légumineuses

Les légumineuses pourraient également être utilisées comme source de protéines pour fortifier les biscuits. (Tiwari et al.,2011) ont préparé des biscuits enrichis en protéines par

remplacer la farine de blé par de la farine de pois d'Angole décortiqué. Ils ont constaté que la teneur en protéines des biscuits enrichis a augmenté de 1,3 et 1,4 fois, respectivement, par rapport à un témoin, avec une augmentation significative de la teneur en fibres. L'enrichissement de biscuits à l'aide de farines de pois chiches et de fèves ainsi que d'isolats isolés de protéines de soja a également été signalé dans une enquête antérieure (**Rababah et al.,2006**). Il convient de souligner que les caractéristiques nutritionnelles, physiques et sensorielles de ces biscuits dépendraient à la fois des propriétés physico-chimiques des légumineuses utilisées dans la formulation et de la méthode de traitement utilisée pour préparer la farine de légumineuses.

II.10. Les besoins nutritionnels spécifiques du sportif

Les besoins nutritionnels d'un sportif diffèrent de ceux d'une personne sédentaire, en raison de sa dépense énergétique accrue en particulier en ce qui concerne les protéines et de ses besoins en récupération musculaire.

II.10.1. Répartition des macronutriments

- **Glucides** : Ils doivent constituer au moins 55% de la ration énergétique et jusqu'à 60-70 % dans les sports d'endurance.
- **Protéines** : 10 à 15 % de l'apport énergétique total (AET), soit environ 1,2 à 1,7 g/kg de poids corporel par jour.
- **Lipides** : 25 à 35 % de l'AET, en privilégiant les acides gras mono et polyinsaturés.

II.10.2. Micronutriments

- Les sportifs ont également besoin d'un apport suffisant en vitamines et minéraux, notamment en vitamines B, en fer, en magnésium et en calcium. (**Bigard et Guezennec, 2017**).

II.11. Apports énergétique

- Les apports énergétiques totaux conseillés sont plus élevés chez les sportifs. Ils passent de 2.600 kcal à 3.000 kcal pour les hommes actifs, voire 3.500 kcal pour les sportifs de haut niveau.
- Chez les femmes, les apports passent de 2.000 à 2.400 kcal et parfois jusqu'à 2.800 kcal.

- Ces besoins varient en fonction du type de sport, de l'intensité et de la durée des entraînements, du sexe, du poids corporel et de la composition corporelle. (**Bigard et Guezennec, 2017**).

II.12. Apports en protéines recommandés pour les sportifs

Les apports en protéines recommandés pour les sportifs varient en fonction de l'âge, du sexe, du type de sport pratiqué et de l'intensité de l'entraînement. En général, il est recommandé de consommer 1,2 à 2 grammes de protéines par kilogramme de poids corporel par jour (**Bigard et Guezennec, 2017**).

II.12.1. Rôle des protéines chez le sportif

Les protéines jouent un rôle crucial dans la construction, la réparation et la maintenance des tissus musculaires. Elles sont également importantes pour la production d'hormones, d'enzymes et d'anticorps (**Kumar et al., 2009**).



METODOLOGIE

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 quatre (4) échantillons du fromage traditionnel *Tiklilt* au laboratoire selon son procédé artisanal de fabrication à partir de lait de vache et de chèvre. 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 un biscuit, 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 quatre (4) formulations de biscuit à base de fromage *Tiklilt*.

Le schéma suivant (Figure 5) illustre les quatre parties expérimentales réalisées dans la présente étude.

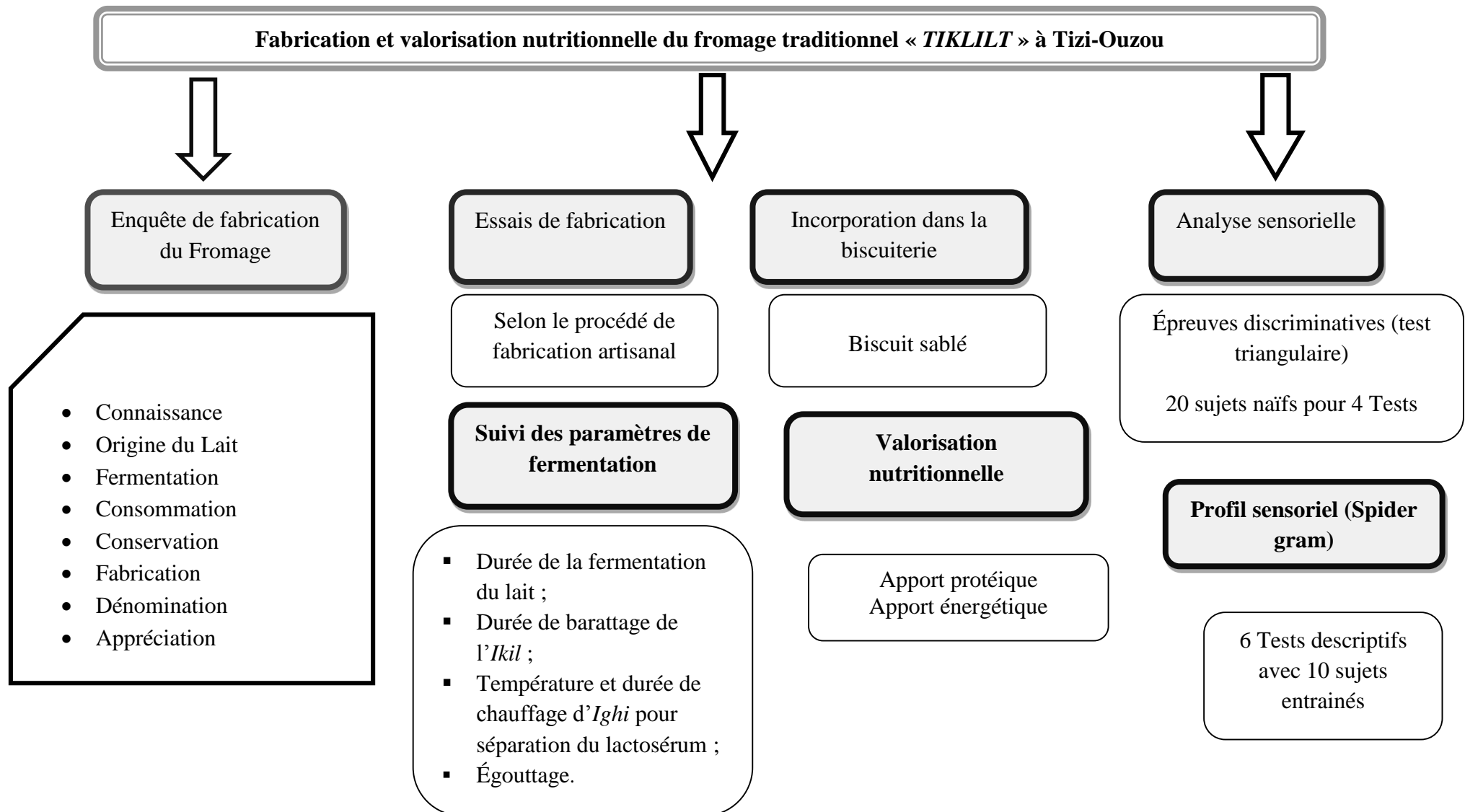


Figure 4: Aperçu général des méthodes adoptées et des paramètres étudiés pour la réalisation de la partie expérimentale

I. Enquête et validation du procédé de fabrication

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 l'ensemble de réponses obtenus afin de déterminer avec exactitude les différents

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 recueilli 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 (Ouadhias, Ain El Hammam, Draa ben khedda...) 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 2024, 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 25 /04/2024 au 29 /04/2024

II.1. Matériel biologique

Dans cette étude nous avons utilisé quatre (4) échantillons de lait, deux (2) d'origine bovine et les deux (2) autre d'origine caprine. La collecte de nos échantillons a été réalisée exclusivement dans les régions ainsi que les villages kabyles de la wilaya de Tizi Ouzou. Tous les échantillons ont été offerts gratuitement, mais le prix varie entre 120 DA et 150 DA chez des fermiers et propriétaires de troupeaux d'élevage et des crèmeries.

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 réfrigérateur dans des bocaux en verre préalablement stérilisés jusqu'au moment de l'utilisation. Les échantillons collectés pour cette étude sont décrits dans le Tableau.

Méthodologie

Tableau IV: 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	Ain El Hammam	36°34'019"N4° 17' 35"E	24/04/2024 à 14h	Simmental	24h	25/04/2024	16.3°C 14.4°C
2	Vache			26/04/2024 à 20h	Prim'Holstein	24h	27/04/2024	24.3°C 16.8°C
3	chèvre	Ouadhias	36°34'16"N4° 02'55"E	19/04/2024 à 10h	Kabyle	24h	20/04/2024	17.7°C 14.2°C
4	chèvre	DBK	36°44'38"N 3° 57'50"E	27/04/2024 à 13h	Kabyle	24h	28/04/2024	17.7°C 14.2°C

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

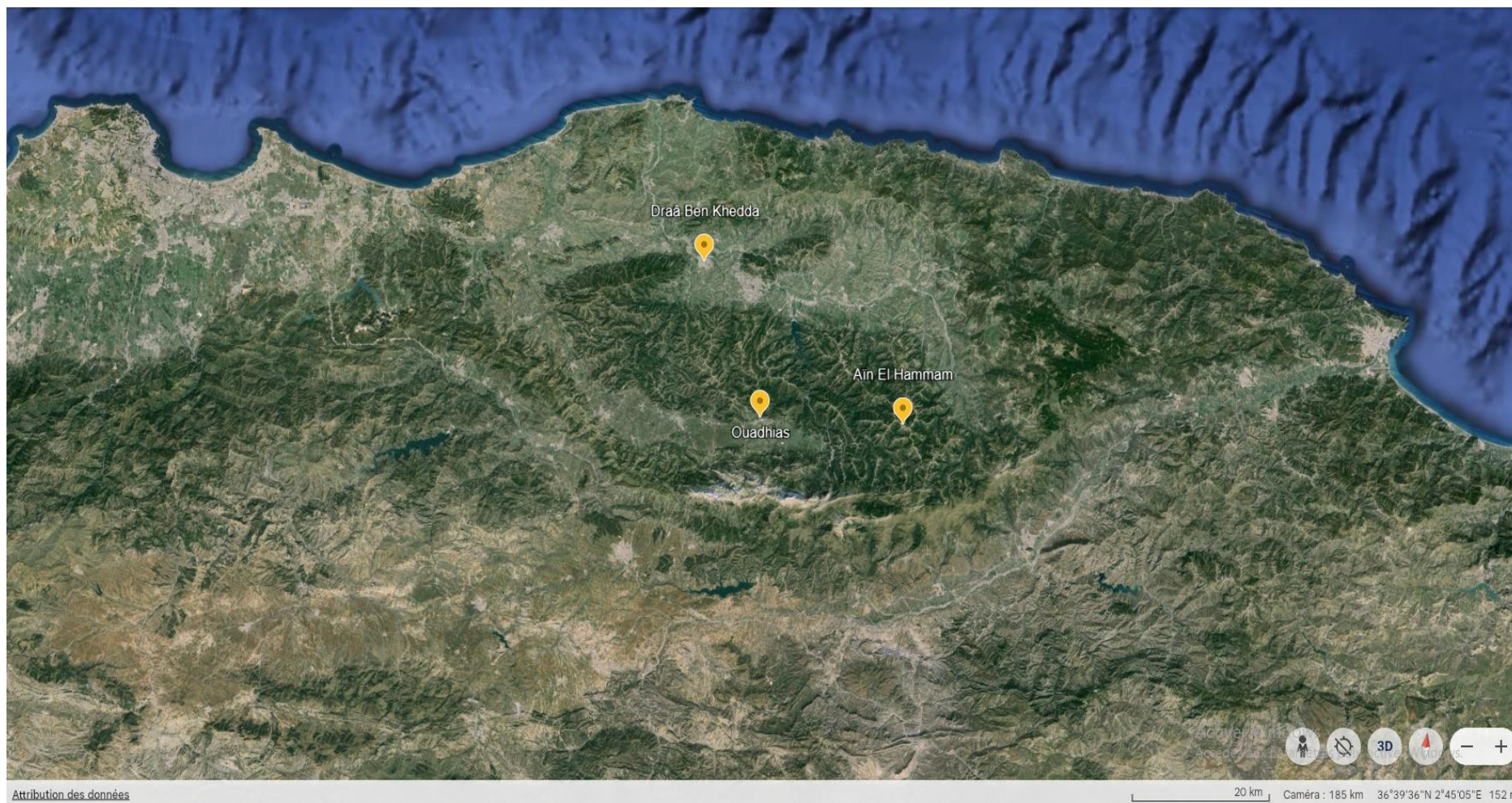


Figure 5: Positionnement géographique des sites d'échantillonnage du lait destiné à la fabrication du fromage traditionnel « Tiklilt »

[Source : Google Earth 2024]

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

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

Tableau V:: Liste du matériel utilisé.

Appareil	Marque
Cuillère balance numérique	RoHS COMPLIANT LFGB
Réfrigérateur	LG GR-472Q
Balance de cuisine	SF-400
Thermomètre digital	WT-1 (-50°C, 300°C)
Plaque chauffante	JX-1010A

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

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 biscuiterie ont été réalisées dans la période allant du début avril 2024 jusqu'au mai 2024.

Pour nos essais nous avons choisis le biscuit sablé, aimé les Algériens. Selon les ingrédients de base de leurs recettes de préparation, les œufs, margarine, sucre et la farine étaient les ingrédients choisis pour la substitution. Nous avons fait des essais sur le produit avec différents niveaux d'incorporation. Les différentes préparations du même type de biscuit ont été préparées (avec incorporation de *Tiklilt*) vache et chèvre, 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 un produit selon les ingrédients de base de sa recette de préparation. Les œufs, le lait et la farine sont choisis pour la substitution dans le biscuit sablé.

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

Les codages des échantillons de produit sont décrits et reportés dans l'annexe 03. La recette de biscuit témoin sont données par le tableau suivant :

Tableau VI: Recettes de témoin biscuit sablé

Formulation	Recette
Biscuit sablé témoin (BS T)	3 jaune d'œufs 260 g de farine 125g de margarine 115g de sucre glace Gousse de vanille

III.2.1. Préparation du biscuit

Quatre substitutions ont été réalisées à savoir

BSV1 : substitution : 3 jaune d'œufs → 60g fromage *Tiklilt*

BSV2 : Substitution 60g farine → 60g fromage *Tiklilt*

BSC 1 : substitution : 3 jaune d'œufs → 60g fromage *Tiklilt*

BSC2: Substitution : 60 g farine → 60g fromage *Tiklilt*

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

Après avoir incorporé les 2 fromage *Tiklilt* vache et chèvre dans le produit alimentaire : biscuit sablé, 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 et de chèvre, 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 Ansess Ciquel 2020, nous avons calculé l’apport énergétique pour 100 g de la totalité de produit étudié (biscuit) nous avons calculé la valeur énergétique moyenne du fromage *Tiklilt* ce qui nous a permis d’estimer l’apport calorique de ce dernier a la préparation alimentaire étudié (biscuit).

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.

De septembre à décembre, une formation théorique complète nous a permis d’approfondir nos connaissances en analyse sensorielle, un domaine crucial tant pour l’industrie agroalimentaire que cosmétique. Le programme richement détaillé a couvert les principes fondamentaux de l’analyse sensorielle, incluant les diverses méthodes et techniques d’évaluation, ainsi que leurs applications concrètes dans l’amélioration de la qualité. Nous avons exploré en profondeur les principales épreuves sensorielles, telles que le test discriminatif, le test descriptif et le test de préférence, afin de maîtriser leur utilisation pour l’évaluation des caractéristiques organoleptiques des produits. Par ailleurs, nous avons acquis les compétences nécessaires pour sélectionner rigoureusement les membres du jury pour ces épreuves, en tenant compte de critères essentiels tels que leur sensibilité sensorielle, leur impartialité et leur capacité à fournir des évaluations précises et fiables.

En parallèle de la formation théorique, une expérience pratique au sein des laboratoires de la faculté UMMTO nous a permis de mettre en application nos connaissances. Nous avons activement participé à des jurys sensoriels, commençant par des tests de reconnaissance de saveurs. Ces exercices nous ont permis d’évaluer notre capacité à identifier et distinguer les

différentes nuances gustatives des produits.

Par la suite, nous avons été initiés aux tests triangulaires, portant sur une variété de produits, incluant nos produits d'intérêt comme le fromage, biscuit, ainsi que d'autres produits tels que le vinaigre et l'huile.

Ces exercices pratiques ont joué un rôle crucial dans le perfectionnement de nos compétences sensorielles. Ils nous ont permis de mieux appréhender les subtilités des caractéristiques organoleptiques des produits et de développer une expertise solide dans le domaine de l'évaluation sensorielle.

IV.1. Déroulement de la formation pratique

IV.1.1. Test de reconnaissance des saveurs : ISO 13300 :2018

Le test de reconnaissance de saveur selon la norme ISO (Organisation internationale de Normalisation) est codifié sous le numéro ISO 13300 :2018. Cette norme spécifie une méthode pour évaluer la capacité des participants à reconnaître et à différencier les saveurs de Divers échantillons.

Pour le test de reconnaissances de saveurs on a procédé ainsi :

- ❖ Nettoyage des postes
- ❖ Préparation des échantillons et leur numérotation

Chaque poste de dégustation est muni de :

- ❖ Bouteille d'eau et d'un verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation
- ❖ Serviette en papier
- ❖ Bulletin de réponse

Les figures suivantes montrent le déroulement de l'épreuve :



Figure 6: déroulement de l'épreuve de reconnaissance des saveurs

IV.1.2. Test triangulaire Norme NF ISO 4120 (2004)

L'épreuve triangulaire est l'épreuve discriminative la plus universellement utilisée. Elle a largement prouvé son efficacité par sa grande utilisation. Son principe est très simple, 3 produits dont 2 identiques, sont proposés à N juges, en effet la tâche pour les sujets consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété.

IV.1.2. Déroulement du test triangulaire :

Pour le test 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
- ❖ Les échantillons sont disposés dans des assiettes.

Les figures suivantes montrent des dégustations effectuant une évaluation sensorielle des produits étudiés.

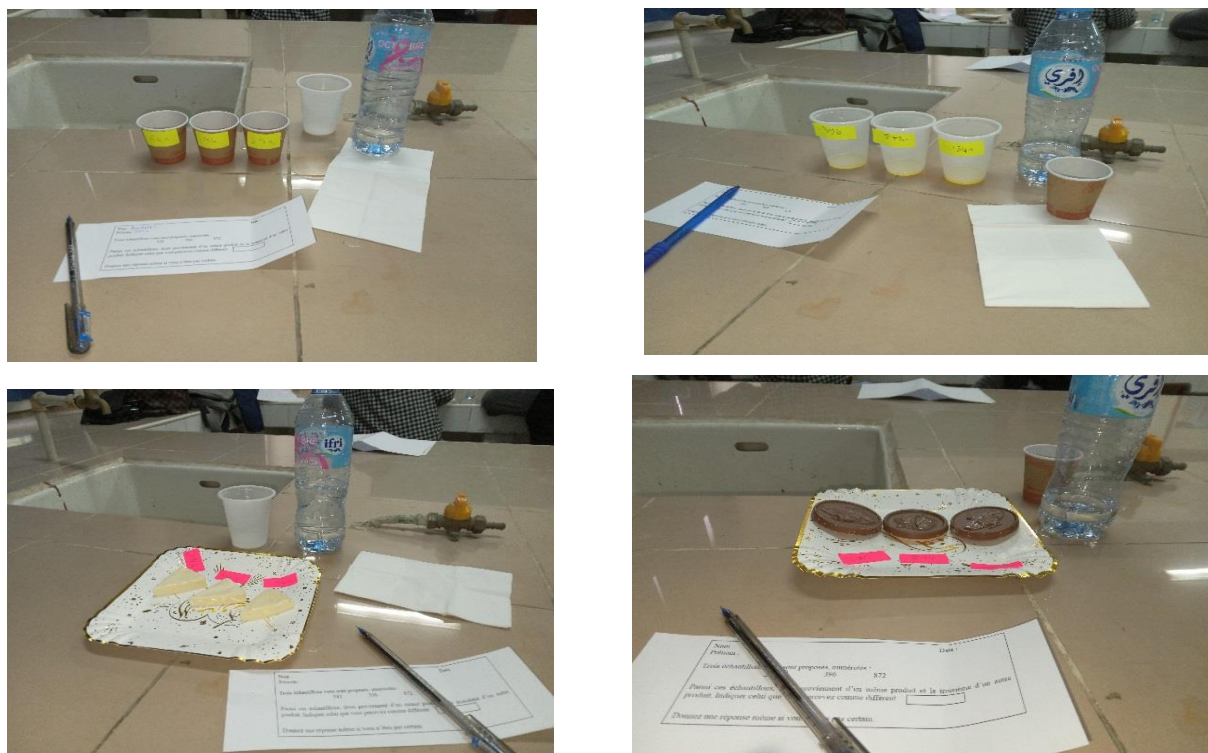


Figure 7: Analyse sensorielle des produits étudiés lors de la formation pratique

IV.2 Analyse sensorielle pour les produits d'intérêt :

IV.2.1. 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 05). 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 **(Depledge, 2009)**.

IV.2.2. Déroulement de la dégustation

Les séances de dégustation des formulations alimentaires préparées à partir du fromage traditionnel « *Tiklilt* » ont été réalisés au niveau du laboratoire pédagogique de physico-chimique N°1 de la faculté des sciences de la nature et de la vie et de l'université (UMMTO) durant la dernière semaine du mois d'avril. 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 05)

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



Figure 8: Déroulement du test triangulaire pour le fromage vache et fromage chèvre



Figure 9: Déroulement du test triangulaire pour le BT et BV1 et BV2 et BC1 et BC2



Figure 10: Déroulement du test triangulaire pour le lait de vache et le lait chèvre



Figure 11: Déroulement du test triangulaire pour Ighi de vache et Ighi de chèvre

IV.3. Epreuve descriptive : « réalisation d'un profil sensorielle »

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 des 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 s'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.

Le déroulement des séances de la dégustation pour les tests descriptifs est montré par la figure 11. La photo **A** montre la réalisation des tests descriptifs pour le lait de vache et le lait de chèvre. Pour la photo **B** montre la réalisation des tests descriptifs pour Ighi de vache et Ighi de chèvre. Les photos **C** et **D** montrent la réalisation des tests descriptifs pour le fromage *Tiklilt* vache et chèvre. Pour les photos **E** et **F** montrent la réalisation des tests descriptifs pour les différents types de biscuits.



A



B



C



D



E



F

Figure 12: Évaluation sensorielle par les dégustateurs

Les descripteurs concernaient l'aspect, l'odeur, la flaveur et la texture des préparations alimentaires en question. Les tableaux suivant résument l'ensemble des descripteurs retenus pour la réalisation des épreuves descriptives des produits laitiers (lait, Ighi, fromage) et du

biscuit sablé. Le traitement statistique des résultats des épreuves descriptives a été réalisé avec Microsoft Excel 2016.

**Tableau VII : Descripteurs retenus pour les tests descriptifs des produits laitiers
(lait, fromage et Ighi)**

	Avant dégustation	Pendant dégustation	Après dégustation
Aspect	Blanc Jaune		
Flaveur		Sucré Acide Herbacé	Fermenté
Texture	Liquide	Onctueux Friable	Gras Granuleux

Tableau VIII: Descripteurs retenus pour les tests descriptifs du biscuit

	Avant dégustation	Pendant dégustation	Après dégustation
Aspect	Doré		
Flaveur		Sucré	
Texture	Moucheté	Friable	Dur Croustillant

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 X).

Tableau IX: Consignes pour le jury des épreuves sensorielles

Consignes	Commentaires
Avant la séance	
<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Ces produits peuvent perturber la perception du sujet en créant des saveurs parasites.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Eviter l'emploi de lotions après rasage ou de parfum. - Ne pas fumer dans la salle de dégustation. 	<p>En plus de créer des odeurs parasites, ces produits peuvent incommoder d'autres personnes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Signaler au responsable un état maladif, une grossesse, la prise d'éventuels médicaments. 	<p>Le responsable ainsi tenu au courant pourra expliquer d'éventuels changements de performance du juge.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Etre ponctuel et prévenir en cas d'absence. 	<p>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.</p>
Pendant la séance	
<ul style="list-style-type: none"> - Lire attentivement le questionnaire avant de commencer le test. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas hésiter à poser une question ou à demander une explication si un point ne semble pas clair. 	<p>Si une question doit être posée, le juge appelle discrètement le responsable et pose sa question à voix basse.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Se rincer la bouche et attendre quelques minutes entre chaque échantillon. 	<p>Eviter le phénomène d'adaptation.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas parler pendant le test. - Ne pas influencer les autres juges. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier qu'aucune question n'a été oubliée avant de quitter la séance. 	



Résultats et discussion

I.1. Diagramme de fabrication artisanal de fromage

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

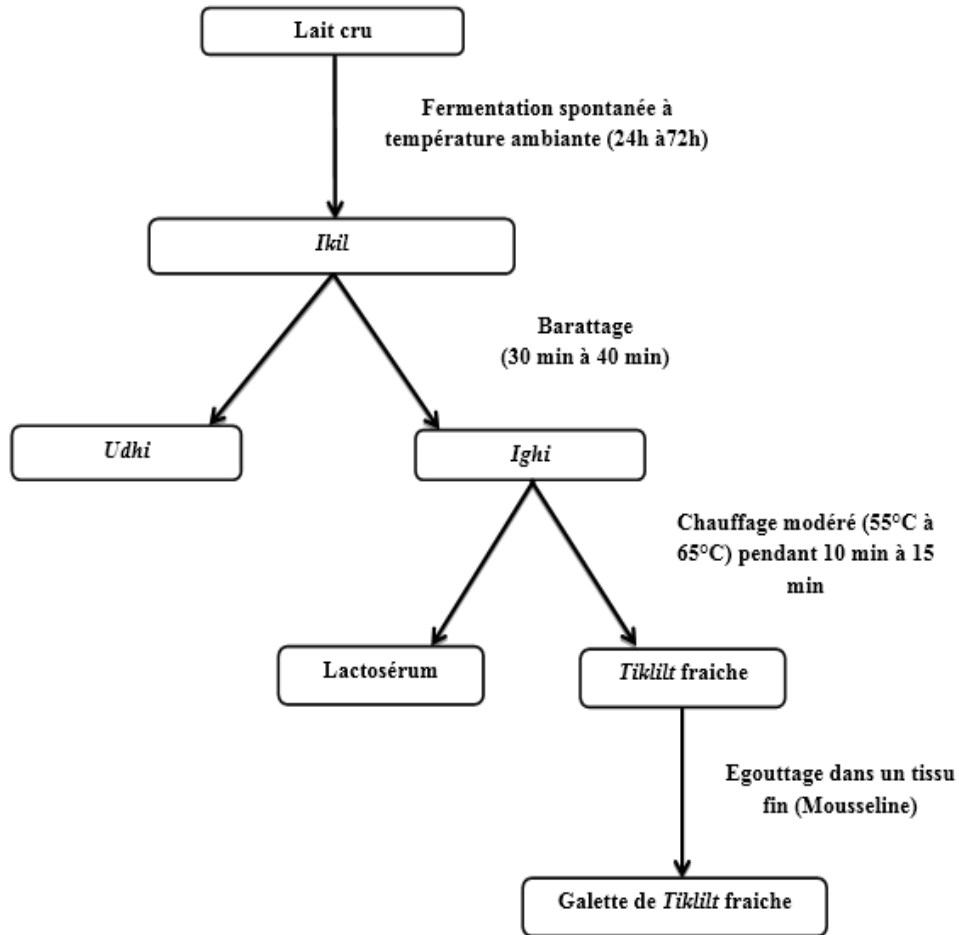


Figure 13: Diagramme de fabrication du fromage Traditionnel *Tiklilt*

Lors de la réalisation de notre enquête via le questionnaire établi à cette fin(Annexe 01), 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 biscuiterie.

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 *Takhsayt Oussendou* 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 suspendu 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 nudhi*) 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 (*Ichewiqen*) chantées 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 de pâturages (le printemps et

l'été) et plus précisément entre le 7^{ème} jour et les 1^{ers} mois après la mise basse 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 façonnés 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 figes 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 consommation 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- Séparation d'Udhi et ighi

Étapes de préparation artisanale du Ighi



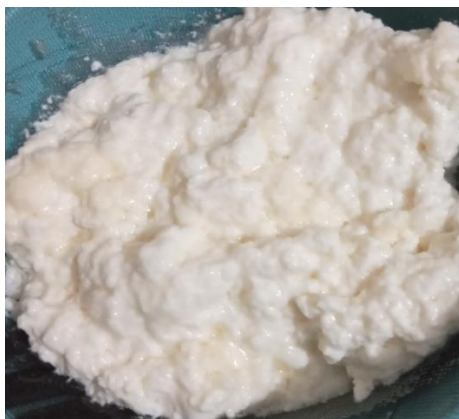
5-Chauffage du *Ighi* et formation du Lactosérum



6-Mesure de la température



7-Égouttage dans un tamis ou un tissu fin



8-Formation du fromage *Tiklilt*

Étapes de préparation artisanale du fromage traditionnel *Tiklilt*

Figure 14: Essais de fabrication du *Ighi* et du fromage traditionnel *Tiklilt*

II.1. Durée de fermentation

Quatre litre de lait est mis à fermenter dans une bouteille 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 24h. 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 appris 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 40minutes \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 ; 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 *Ighi* pour séparation du lactosérum et récupération de *Tiklilt* était de 60°C \pm 5°C.

II.4. Égouttage du fromage *Tiklilt*

L'égouttage a été réalisé selon la méthode traditionnelle à l'aide d'un tissu perméable (photo 7). Une simple pression a été pratiquée pour essorer le surplus de lactosérum.

III. Résultats et 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 thermo fonctionnalités 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.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 $54,7\%$ (Hamadetal., 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 biscuiteries 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 (06). 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(désélection). 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 XI).

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

		Œufs (g)	Farine T45 (g)	Klila (g)	Apport (g /100g)	protéique
Témoin	BST	60	260	0	10,98	
Œufs	BSV1	0	260	60	19,06	
	BSC1	0	260	60	17,15	
Farine	BSV2	60	200	60	20,27	
	BSC2	60	200	60	18,19	

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 XI que l'incorporation du fromage *Tiklilt* au biscuit améliore considérablement la qualité nutritionnelle de biscuiterie en augmentant d'une façon remarquable les taux protéiques de ses produits. Pour le cas du biscuit sablé que nous avons substitué les œufs avec *Tiklilt* (BSV1 et BSC1), le taux protéique le plus élevé est enregistré pour le BSV1 avec 19,06 g de protéines pour 100 g de biscuit. L'apport protéique est augmenté de 173,58% comparé au biscuit témoin.

Concernant La substitution de la farine (BSV2, BSC2), la valeur la plus élevée a été enregistrée pour le BSV2 avec 20,27g de protéines pour 100g de biscuit es augmenté plus de 184,60%.

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

sévitla 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.

II.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 365,90 Kcal/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 donnée 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 11 % des besoins caloriques quotidiens d'un homme adulte.

Le tableau XII montre les apports énergétiques des différentes biscuiterie traditionnelles (biscuit sablé) après incorporation de *Tiklilt* comparativement aux témoins.

Tableau XI: Apports énergétiques de biscuit traditionnelle étudié après incorporation du fromage Tiklilt

			Energie (Kcal)
Biscuit sablé	Témoin	BST	399,07
	Formulation d'œufs	BSV1	405,38
		BSC1	405,56
	Formulation de farine	BSV2	400,13
		BSC2	400, 31

L'ensemble des valeurs semble très intéressant. La consommation de 100 grammes du BSC1 peut couvrir (13,12%) des besoins énergétiques quotidiens d'un homme adulte de corpulence normale. Aussi, la consommation de 100 grammes du BSC2 peut assurer une couverture de 16,62 % 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**).

➤ Pour les produits laitiers :

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 11 réponses correctes pour les deux variétés de lait. Une différence significative a été perçue entre les deux échantillons avec $\alpha < 0.001$.

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 13 réponses correctes pour les deux variétés de Ighi. Une différence significative a été Perçue entre les deux échenillons avec $\alpha < 0.5$.

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 15 réponses correctes pour les deux variétés de du fromage *Tiklilt*. Une différence significative a été perçue entre les deux échenillons avec $\alpha < 0.001$.

➤ Pour les biscuits :

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 17 réponses correctes (BST, BSV1). Une différence significative a été perçue entre les deux échantillons avec $\alpha < 0.001$.

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 16 réponses correctes (BST, BSV2). Une différence significative a été perçue entre les deux échantillons avec $\alpha < 0.001$.

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 11 réponses correctes (BST, BSC1). Une différence significative a été perçue entre les deux échantillons avec $\alpha < 0.5$.

Sur 20 réponses données par les jurys de l'épreuve discriminative, on comptabilise uniquement 12 réponses correctes pour (BST, BSC2). Une différence significative a été perçue entre les deux échantillons avec $\alpha < 0.5$.

IV.2. Résultats des tests descriptifs

IV.2.1. Profils sensoriels des produits laitiers

En se basant sur les descripteurs précédemment définis dans la partie méthodologie, le

traitement des réponses des huit sujets participant aux épreuves discriminatives nous a permis de tracer les profils sensoriels suivants pour l'ensemble des produits laitiers (lait, Ighi, fromage) étudiés.

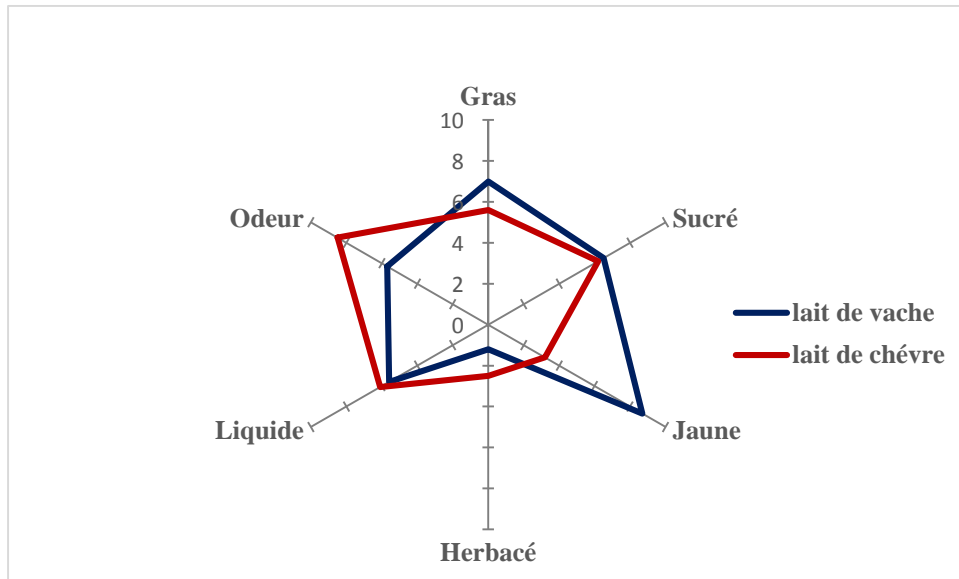


Figure 15: Superposition des profils sensoriels du lait

La superposition des profils sensoriels du lait est donnée par la figure 16 .il ressort de la figure une différence significative pour le descripteur jaune par exemple qui était très prononcé dans le lait de chèvre. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé de différence pour les descripteurs sucré et liquide pour les deux laits étudiés.

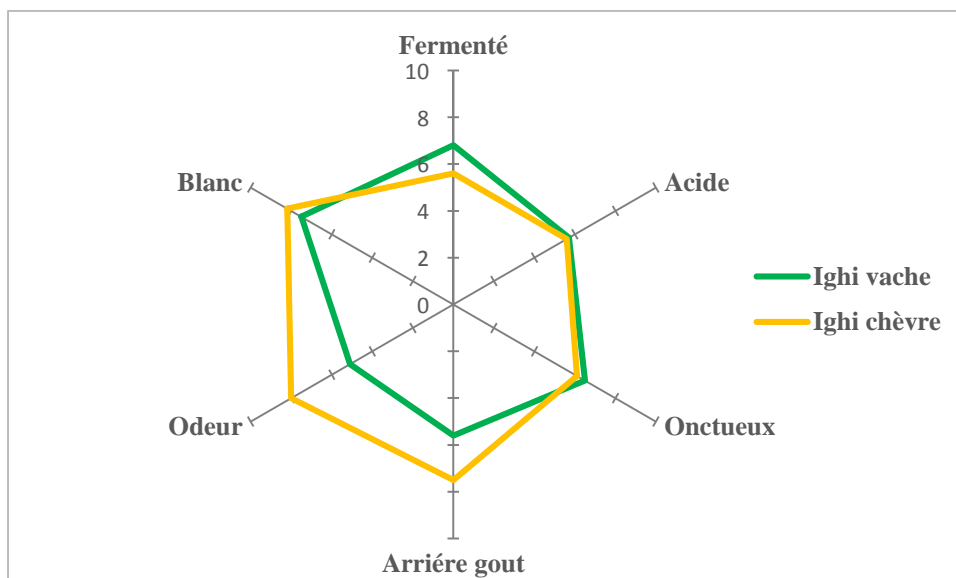


Figure 16: Superposition des profils sensoriels de Ighi

La superposition des profils sensoriels du Ighi est donné par la figure 17 .il ressort de la figure une différence significative pour le descripteur odeur par exemple qui était très prononcé

dans le Ighi de chèvre. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé de différence pour les descripteurs acide et onctueux pour les deux produits étudiés.

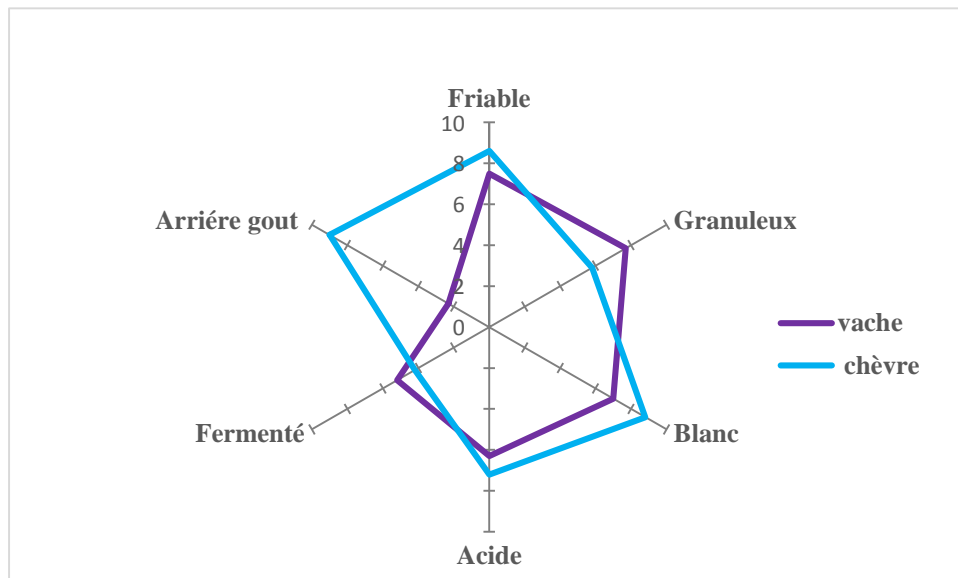


Figure 17: Superposition des profils sensoriels du fromage

La superposition des profils sensoriels du fromage est donnée par la figure 18. L'observation de cette figure montre clairement la différence entre les deux fromages étudiés, surtout pour arrière-gout. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé une grande différence en percevant l'intensité de certains descripteurs notamment la friabilité pour les deux produits.

IV.2.2. Profils sensoriels des biscuits étudiés

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 biscuits étudiés BST, BSV1, BSV2, BSC1, BSC2.

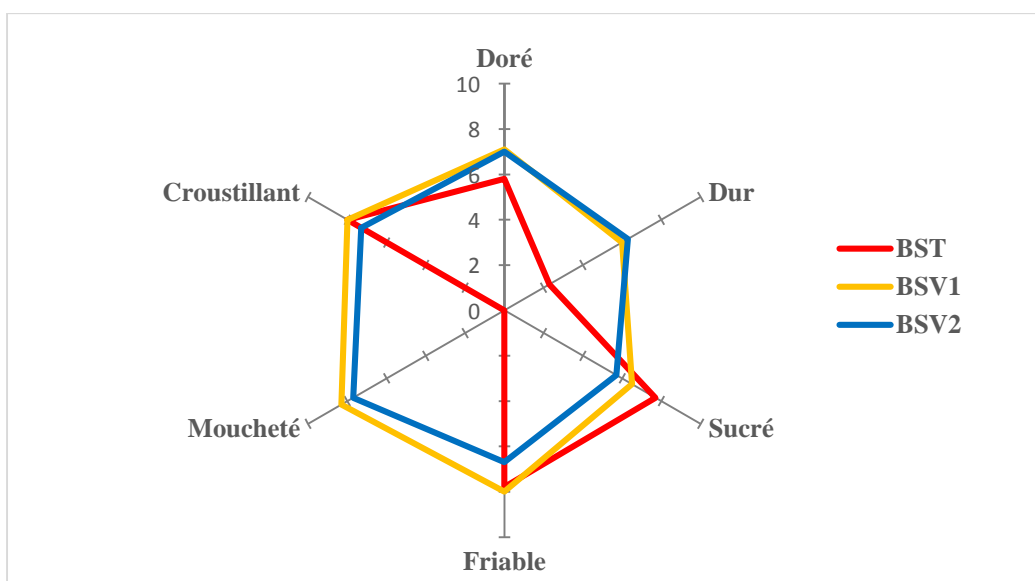


Figure 18: Superposition des profils sensoriels des BST, BSV1 et BSV2 étudiés

La superposition des profils sensoriels BST, BSV1 et BSV2 est donnée par la figure 19. L'observation de cette figure montre clairement la différence entre les trois biscuits étudiés BST, BSV1 et BSV2 surtout pour le descripteur moucheté et la dureté. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé une grande différence en percevant l'intensité de certains descripteurs notamment la friabilité dont il serait judicieux de le remplacer dans les prochaines études par la caractéristique organoleptique « pâteux » par exemple.

Le descripteur le mieux perçu par l'ensemble des sujets est sans doute l'aspect moucheté du BSV1 avec une intensité de 8.3/10. Nous rappelons ici que le BSV1 a été préparé en substituant trois jaune d'œuf avec 60g de fromage *Tiklilt*.

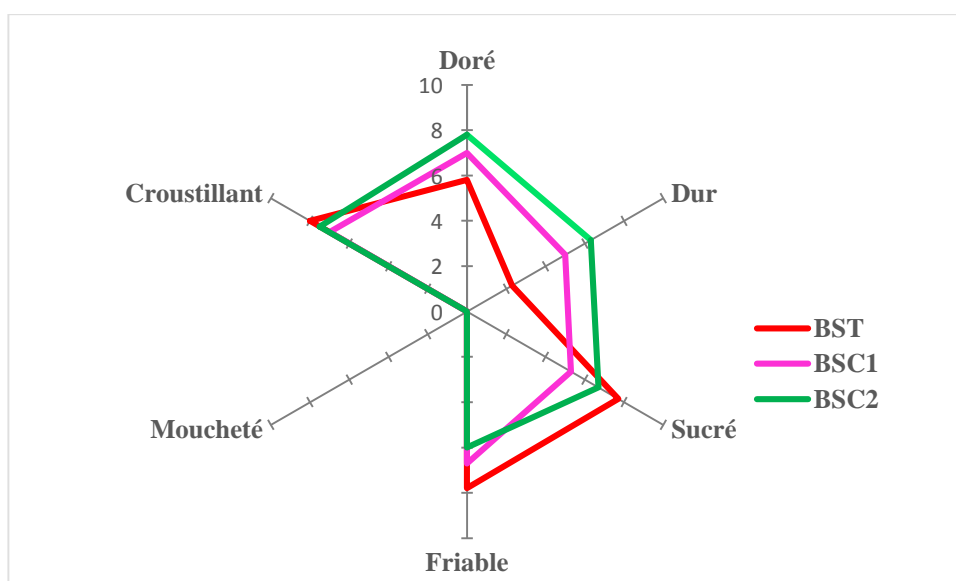


Figure 19: Superposition des profils sensoriels des BST, BSC1, et BSC2 étudiés

La superposition des profils sensoriels témoin et biscuit incorporé du fromage chèvre est donnée par la figure 20. Il ressort de la figure une différence significative pour le descripteur sucré par exemple qui était très prononcé dans le BSC2 où nous avons remplacé 60g de farine T45 par 60g de fromage *Tiklilt*. Par contre, les descripteurs n'ont pas trouvé de différence pour le descripteur croustillant pour les trois biscuits étudiés ce qui laisse prévoir à remplacer cette caractéristique organoleptique dans les prochaines expérimentations (Perspectives).

V. Limitations de l'étude

Notre étude comporte des points forts et nouveaux qui donnent l'originalité au présent travail :

- ❖ La présente étude réalisée sur la fabrication du fromage *Tiklilt* et la réalisation d'essais d'incorporation en biscuiterie 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 ;
- ❖ Des recherches supplémentaires peuvent être menées pour développer des biscuits protéinés adaptés aux besoins nutritionnels et aux préférences gustatives de groupes cibles spécifiques, tels que les athlètes, les personnes âgées ou les personnes suivant des régimes restrictifs.
- ❖ L'étude nutritionnelle après incorporation de notre fromage *Tiklilt* a montré un apport protéique et énergétique bénéfique important ce qui est motivant à faire pousser notre étude. Néanmoins, notre étude présente quelque limitation dont nous citons :
 - Par manque de temps, 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 et de chèvre 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. 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 biscuiteries traditionnelles ont montré un apport protéique non négligeable surtout pour les préparations où la farine a été remplacée par le fromage *Tiklilt*. Une amélioration considérable de l'apport énergétique a été enregistrée pour le BSC1 avec un apport de 405.56Kcal.

Concernant l'analyse sensorielle, les tests discriminatifs ont révélé une différence significative entre les différents produits étudiés. Par la suite, et grâce à la réalisation d'épreuves descriptives, les cinq profils sensoriels ont été tracés pour les produits laitier (lait, Ighi, fromage) ainsi que pour les différentes variétés de biscuit. La superposition des spider grams a dévoilé les descripteurs les mieux perçus par l'ensemble des sujets pour les produits étudiés.

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 (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 biscuit ainsi qu'à d'autres produits alimentaires ;
- ✚ Diminuer la quantité de sucre et de la matière grasse dans le biscuit afin d'obtenir un produit sein.
- ✚ Utilisation du fromage *Tiklilt* sous sa forme déshydraté pour la substitution de la farine.
- ✚ Labélisation du fromage *Tiklilt* (En cours).
- ✚ Faire une étude microbiologique des biscuits après cuisson.

A

- Abdelghadir, W., Nielsen D. S, Siddig H., and Jakobsen M., (1998).** A traditional Sudanese fermented camel's milk product, Gariss, as a habitat of *Streptococcus infantarius* ubsp. *Infantarius*. *International Journal of Food Microbiology*, 127, 215–219 .
- Abderrazak, M., Gérard, T. (2015).** Abrégé de biochimie appliquée. EDP Sciences. Paris.EDP Sciences
- Adrian, J. (1987).** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA. Paris. 113-119.
- 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 en Sciences alimentaires, INATAA Constantine. Université de Constantine 1. 174P.
- ANSES (2018)** 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 : 22 Février, 2018).

B

- Bargis P. (2012)** Le grand livre des aliments santé. Groupe Eyrolles, Paris : Eyrolles. 824p
- 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>
- Bendanou, (1981).** L'industrie beurrière chez les pasteurs nomades du sud-Algérien. Communication faite à l'Office Colonial de l'Algérie, 570-580
- Benkerroum N. and Tamime A.Y. (2004)** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale. *Food Microbiol.* 21(4) : pp 399-413.
- Bellakhdar. J. (2008)** Hommes et plantes au Maghreb : éléments pour une méthode en ethnobotanique. Maroc. Plurimondes. 386 p.

- 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*.
- Bensedid, F., El fodil, L., (2020).** Procédé d'élaboration du Smen traditionnel de la région de M'sila. Mémoire fin d'étude. Université DE BLIDA 1. 1. 27P.
- Benkheniche A. et Kaya A. (2013)** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Mechouna » et un autre fromage au Lben. Mémoire d'Ingénieur d'état en Nutrition, Alimentation et Technologies Agro-alimentaires. Aïssaoui Zitoun, O., Université de Constantine1. Algérie. 48p.
- Bennett R-J and Johnston K-A (2004)** General Aspects of Cheese Technology. In *Cheese : Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 2 : Major Cheese Groups*, pp 23-50.
- Bernardi N., Benetti G., Haouet N.M., Sergi M., Grotta L., Marchetti S., Castellani F. and Martino G (2015)** A rapid high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry assay for unambiguous detection of different milk spices employed in cheese manufacturing. *Journal of dairy science* Vol. 98 N° 12. 8405-8413.
- Bigard, X. et Guezennec, C.-Y. (2017).** Apports énergétiques chez le sportif. Dans *Nutrition du sportif* (3^e édition, p. 1-22). Elsevier Masson.
- Bousnane M. et Djadi O. (2009)** Caractérisation d'un fromage traditionnel algérien «Takemmarite» de la région de Ghardaïa. Mémoire d'Ingénieur. Aïssaoui Zitoun O. Université Mentouri-Constantine. Algérie. 48p.
- Boutonnier J-L. (2012)** Fabrication du fromage fondu, *Techniques de l'Ingénieur*, f6310, Paris-France, 14 p.
- Boussekine, R., Merabti, R., Barkat, M., Becila, F. Z., Belhoula, N., Mounier, J., & Bekhouche, F., (2020).** Traditional Fermented Butter Smen/Dhan: Current Knowledge, Production and Consumption in Algeria. *Journal of Food Research*, 9(4), 71-82.

C

- Camps G. (1984)** Encyclopédie berbère, 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.

Chaker, S., (1986). Amaziɣ (le/un Berbère). Encyclopédie berbère, (4), 562-568

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, 849 p.

Council U D E 2006 Reference manual for U S whey and lactose products (Arlington, V A: U S Dairy Export Council)

D

Davidson, I., 2016. Biscuit, Cookie and Cracker Production, Process, Production and Packaging Equipment, Academic Press, 1-2, 127, 165-170 p.

Davis, A. D., & Huber, J. T. (2018). “Allergies to soy and milk: A review of the evidence.”; Journal of Allergy and Clinical Immunology, 141(2), 452-458.

Denis P. (1989) Les derniers nomades. L'Harmattan. 631 p.

Derouiche M. (2017) Lait et produits laitiers : diversification, fréquences et modes de consommation dans la tradition algérienne. Thèse de Doctorat en Sciences Alimentaire, INATAA, Université de Constantine 1. 189P.

Derouiche, M.; Ferhi, S., (2021). Rob: fabrication, modes de consommation et de conservation.

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. 333 P.

<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 familiale, Rome, Italy.

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

FAO/OCDE (2016) Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025 Chapitre spécial : Afrique subsaharienne, Éditions OCDE, Paris. 141 P. <http://www.fao.org/3/a-i5778f.pdf>

Fardet, A. (2016). ' Le rôle des aliments transformés dans la nutrition et la santé publique' Nutritional Research Reviews.

Feillet P. 2000. Le grain de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308p
Maache-Rezzoug Z., Bouvier J-M., Patras C., Allaf K., 1998. Study of mixing in connection with the rheological properties of biscuit dough and dimensional characteristics of biscuits. Journal of food engineering, 35: 43-56

Flood-Obbagy, J. E., & Rolls, B. J. (2006). "The effect of protein versus carbohydrate on the satiety response." Obesity, 14(8), 1365-1372.

G

Geleijnse, J. M., et al. (2002). "Dietary intake of fatty acids and risk of coronary heart disease: A meta-analysis." American Journal of Clinical Nutrition, 76(6), 1685-1692.

Ghadge, S. K., & Karwande, S. (2018). " Trends in protein food products and their impact on health." Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(14), 2355-2367. DOI: 10.1080/10408398.2017.1367490.

Grosse, S. M., et al. (2020). "Consumer perceptions and acceptance of protein-enriched foods: A systematic review

H

Hallel A. (2001) Fromages traditionnels algériens. Quel avenir ? Revue Agroligne 14 : pp 43-47.

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. Vol. 3, No. 4 pp. 46-55.

Harrati E (1974) a. Le « Klila ». Laboratoire de microbiologie, Institut National Agronomique d'Alger. pp 11-18.

Harrati E (1974) b. Recherche sur le Lben. Laboratoire de microbiologie, Institut National Agronomique d'Alger. pp 21-29.

Henriques, M. H. F., et Pereira, C. J. D. (2017). Cheese Production, Consumption and Health Benefits. Nova Science Publishers, Incorporated

Hui Y-H. (1992) Dairy Science and Technology Handbook, Wiley-VCH Verlag GmbH Edition, 1150 p.

I

IOM (Institute of Medicine) 2005 Dietary Reference Intake for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids a Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes (Washington DC: National Academies Press)

Idoui T., Benhamada N., Leghouchi E., (2010). Microbial quality, physicochemical characteristics and fatty acid composition of a traditional butter produced from cows' milk in East Algeria, *Grasas y Aceites*, 61(3): 232-236.

K

Kiger J-L., Kiger J-G., 1967. Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696 p

Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, Williams J, Smith K, Seynnes O, Hiscock N, Rennie MJ (2009) Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol* 587:211-217.

L

Labatérier .A.(2015). Traité pratique de laitière. Maxtor.Paris,189.

Lahsaoui S. (2009) Étude du procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien "Klila". Mémoire d'ingénieur d'état, 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. **Livestock Research for Rural Development. Volume 27, Article #83.**

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), 1-14

Manley D. 2000. Setting the scene: History and position of biscuits. In: *Technology of biscuits, crackers and cookies*. 3ème édition. Woodhead publishing Limited, p 1- 8.5.

Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2012). "Sports Nutrition: A Handbook for Professionals" .Human Kinetics.

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.

Mechai, A., Kirane, D., (2008). Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk "Rayeb". *African Journal of Biotechnology*, 7(16)

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.

Messina, M. (2016). “Soy foods and their role in vegetarian diets. “*American Journal of Clinical Nutrition*, 104(3), 765S-770S

Menasra,A., 2020. Etude de la formulation et des traitements technologiques des biscuits enrichis. Thèse de doctorat en sciences alimentaire. Université Hadj Lakhdar Batna 01 (UHB1), Algérie, 8, 11-14, 17-19 p

Mohtadji-Lamballais C. (1989). Les aliments. Editions Maloine. Paris. 203 p

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.

Okpala L-C et Okoli EC. 2013. Optimization of composite flours biscuits by mixture response surface methodology. *Food science and technology international*. P 28.

ONS (2014) Enquête sur les dépenses de consommation et le niveau de vie des ménages 2011 : Dépenses de consommation des ménages algériens en 2011. Office National des Statistiques. Collections Statistiques N° 183 Série S : Statistiques Sociales 62p. <http://www.ons.dz/IMG/pdf/consfinal.pdf>

P

Paddon-Jones, D., Westman, E. C., Mattes, R. D., et al. (2008). ‘ Protein, weight management, and satiety’ *The American Journal of Clinical Nutrition*.

Pedersen L., Kaack K., Bergsoem N., et Adler -Nissen J. 2004. Rheological properties of biscuit dough from different cultivars, and relationship to baking characteristic. *Journal of Cereal Science*, 39: 37-46. Food and Agriculture Organisation (FAO), 2007. Cakes_ Biscuits

Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C. (2011). “ Dietary protein for athletes: From requirements to metabolic advantage” *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.

R

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

Ramet J-P (1985) La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO Production et Santé Animales 48. Rome, Italie. 222p.
<http://www.fao.org/docrep/004/X6551F/X6551F00.HTM>

S

Safir, S., 2020. Elaboration d'un biscuit « cookies » sans gluten à base de farine de pois chiche et de farine de fève. Mémoire de Master en sciences alimentaires. Université Akli Mohand Oulhadj Bouira, 17p.

Serrem C-A. 2010. Development of soy fortified sorghum and bread wheat biscuits as a supplementary food to combat protein energy malnutrition in young children. Thèse de doctorat en sciences des aliments. Université de Pretoria, Afrique de Sud, p 193.

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

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

Slavin, J. L. (2013). “ Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits.” Nutrients, 5(4), 1417-1435.

Sudha M-L., Vetrmani R., et Leelavathi K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100: 1365-1370.

V

Vilain A-C. (2010) Qu'est-ce que le lait ? Revue française d'allergologie N° 50 (2010) p 124-127.

Vilain A-C. (2010) Qu'est-ce que le lait ? Revue française d'allergologie N° 50 (2010) p 124-127.

W

Wilkinson, S. B., et al. (2007). “Consumption of protein maximally stimulates post-exercise muscle protein synthesis in healthy volunteers.” *Journal of Nutrition*, 137(2), 344-348

Z

Zhou W. 2014. Bakery products science and technology. 2ème edition Wiley Blackwell p776.

Zinn, C., et al. (2018). “Consumer acceptance of plant-based proteins: A review.” *Foods*, 7(9), 143.