

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'Enseignement Supérieure et de la recherche scientifique Université Blida 1**



Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance de Qualité

Filière : Sciences Alimentaires

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master

Intitulé

Enquête sur la fabrication et la qualité du beurre traditionnel dans la wilaya de Blida

Réalisé par :

Rezig Manel Ferial

Devant le jury :

Président : Dr YAHIMI A. (MCA)

Examineur : Dr BOUGHERRA F. (MCB)

Promotrice : BAAZIZE-AMMI D. (MCA)

Année : 2022/2023

Remerciements

Je commence par exprimer ma profonde reconnaissance envers Dieu, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la foi et la détermination nécessaires pour mener à bien ce travail modeste mais important.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude envers ma promotrice, le Docteur BAAZIZE-

AMMI D., Maître de conférences "A" à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université Saad DAHLEB à Blida 1. Chère docteure, je vous remercie chaleureusement pour le temps que vous avez généreusement consacré à me guider tout au long de ce travail. Vos compétences scientifiques et votre humanité m'ont fait ressentir un soutien semblable à celui que l'on reçoit d'une figure parentale. Je vous adresse toute ma gratitude et mon respect profond.

Mes remerciements vont également à tous les membres du jury qui ont gracieusement consacré leur temps pour évaluer ce travail. J'exprime ma grande considération et mon respect au Dr YAHIMI A. qui a accepté d'être le président du jury malgré ses multiples responsabilités. Je tiens également à saluer le Dr. BOUGHERRA F. pour avoir accepté d'examiner ce travail malgré les contraintes liées à sa profession.

Je n'oublie pas de remercier mon père qui m'a accompagné depuis le début de cette enquête. Enfin, je souhaite exprimer ma sincère gratitude à toutes les personnes qui ont collaboré et contribué au succès de ce mémoire de master. Votre soutien a été précieux et a joué un rôle essentiel dans la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avec un grand plaisir, à tous ceux qui ont cru en moi, spécialement à ceux qui ont été mes anges gardiens, et qui m'ont servi de guides dans la vie : mes chers parents qui m'ont entouré de leur amour et de leur protection ainsi que leur générosité durant toute la durée de mes études.

- Mon père et Ma mère, merci. Que Dieu vous protège.
- A mes très chère grand-mères et grand-pères.
- A mes chers frère Younesse et Abdellah et Maamar.
- A toute la famille Rezig et latrech.
- A mes chers professeurs qui m'ont enrichi de leur savoir.
- A mes chers cousins et cousines.
- A mes amies intimes Ayoub et Maroua.
- A toutes mes amies sans exception.
- A tous ceux ou celles qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail surtout Mme Othmani Marabout Nadjlaa et Mr djamel tefahi,

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIE	2
Chapitre 1 : MATIERE GRASSE DU LAIT	2
Définition du lait	2
Composition du lait	2
Structure de lait	3
Matière grasse du lait	4
Chapitre 2 : BEURRE STANDARD	12
Définition du beurre	12
Composition du beurre	12
Valeur nutritionnelle	13
Différents types de beurre	14
Procède de fabrication	13
Etapas de fabrication	15
La qualité du beurre	20
Chapitre 3 : BEURRE TRADITIONELLE ALGIRIEN	22
Procède de fabrication artisanale	22
Qualité du beurre traditionnelle algérienne	24
Qualité du beurre traditionnelle dans d'autre pays	25
PARTIE EXPREMENTALE	28
Partie 1 : Enquête	29
Matériel et méthode	29
Résultats et discussion	30
Partie 2 : Analyses bactériologique	40

Matériel et méthode	40
Résultats et discussion	48
Partie 3 : Analyses physicochimiques	51
Matériel et méthode	51
Résultats et discussion	57
Conclusion	60

Liste des tableaux

Tableau 1	Composition moyenne du lait de vache	3
Tableau 2	Compositions lipidiques du lait	5
Tableau 3	Éléments structuraux du beurre	13
Tableau 4	Compositions nutritionnelles moyenne pour 100g du beurre	13
Tableau 5	Critères microbiologiques biologiques des beurres de consommation	21
Tableau 6	Nombres des crémèries visites dans la wilaya de Blida	29
Tableau 7	Type et quantité du lait utilisé	30
Tableau 8	Les étapes de fabrication et prix de vente du beurre traditionnel	31
Tableau 9	Conditions hygiéniques lors de la fabrication du beurre traditionnel	35
Tableau 10	Résultats d'analyses bactériologiques des échantillons de beurre traditionnel	48
Tableau 11	Récapitulatif des analyses	49
Tableau 12	Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons de beurre traditionnel	57

Liste des figures

Figure 1	Représentation schématique des différentes voies de sécrétion de la matière grasse possibles	8
Figure 2	Schématisme de la structure de la membrane des globules gras	9
Figure 3	Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération	16
Figure 4	Chekoua ; Baratte en peau de Brebis/Chèvre	23
Figure 5	Mezla ; Baratte en terre cuite	23
Figure 6	Thkhssayeth Oussendou ou Thakhchachet ; Calebasse de barattage	23
Figure 7	Carte administrative de la Wilaya de BLIDA	28
Figure 8	Cuves de fermentations	33
Figure 9	Barattage mécanique de Rayeb	33
Figure 10	Ramassage du beurre avec une louche araignée	33
Figure 11	Rinçage avec l'eau de robinet	34
Figure 12	Malaxage du beurre avec une spatule en bois	34
Figure 13	Barquette en plastique de conditionnement	34
Figure 14	Diagramme de fabrication de beurre traditionnelle	36
Figure 15	Préparation des échantillons (faire fondre le beurre dans le bain marie)	41
Figure 16	Préparation des dilutions décimales	41
Figure 17	Recherche et dénombrement des coliformes totaux	42
Figure 18	Les colonies de coliformes	42
Figure 19	Incubation des boîtes de pétri à 44°C	43
Figure 20	Les colonies de coliformes thermo-tolérants	43
Figure 21	Les colonies des <i>Escherichia coli</i>	44
Figure 22	Étape d'enrichissement	45
Figure 23	Les colonies de <i>Staphylococcus aureus</i>	45
Figure 24	Test de catalase positif	46

Figure 25	Coloration de gram	46
Figure 26	Test coagulas positive	47
Figure 27	Enrichissement des salmonelles	47
Figure 28	Isolement a la gélose XLD	47
Figure 29	Détermination de la teneur en impuretés insolubles	52
Figure 30	Détermination de l'indice de peroxyde	53
Figure 31	Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles	54
Figure 32	L'ajoute de 100 ml d'eau bouillante	55
Figure 33	La détermination du Ph pare le pH mètre	56
Figure 34	Détermination de l'acidité	57

RESUME

Le beurre traditionnel, largement apprécié pour sa qualité alimentaire et son goût, est produit de manière non standardisée. Cette étude vise à établir le processus de fabrication et à évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique de ce produit.

Pour atteindre ces objectifs, une enquête a été menée auprès de 20 crémeries situées dans la wilaya de Blida, en utilisant un questionnaire pour recueillir des informations pertinentes. La qualité bactériologique a été réalisée sur 20 échantillons de beurre traditionnel pour de Coliformes totaux, Coliformes thermo-tolérants, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, et *Salmonella*. Tandis que la qualité physico-chimique a été réalisée sur 9 échantillons seulement. Les résultats de l'enquête ont révélé que la matière première principalement utilisée pour la fabrication du beurre traditionnel est le lait de vache. Dans la majorité des crémeries, le processus de préparation débute par une fermentation spontanée. Le barattage est effectué à l'aide d'une baratte électrique pendant 30 à 45 minutes. Après le malaxage, le beurre est refroidi. Les conditions d'hygiène sont généralement respectées dans la plupart des crémeries.

Concernant les résultats des analyses microbiologiques, ils indiquent la présence de Coliformes totaux avec une moyenne de $1,87 \times 10^4$ UFC/g, ainsi que la présence de Coliformes thermotolérants avec une moyenne de $1,65 \times 10^2$ UFC/g. De plus, les bactéries *Staphylococcus aureus* ont été détectées dans 50 % des échantillons, tandis qu'*Escherichia coli* était présent dans 40 % des échantillons. *Salmonella* n'a été détecté dans aucun des échantillons.

En ce qui concerne les résultats des analyses physico-chimiques, les taux moyens observés sont les suivants : humidité moyenne de 22,60 %, matière grasse moyenne de 75,45 %, NaCl moyen de 0,005 %, IP moyen de 0,49 %, acidité moyenne de 0,96 %, et impureté moyenne de 3,70 %.

Mots- clés : Beurre traditionnel, enquête, fabrication, paramètres physico-chimiques, microbiologiques

SUMMARY

Traditional butter, widely appreciated for its food quality and taste, is produced in a nonstandardized manner. This study aims to establish the manufacturing process and assess the microbiological and physicochemical quality of this product.

To achieve these objectives, a survey was conducted among 20 creameries located in the Blida province, using a questionnaire to gather relevant information. Physicochemical quality was assessed using 9 samples of traditional butter, while microbiological quality was analyzed in 20 samples of traditional butter, examining the presence of Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella*.

Survey results revealed that the primary raw material used for the production of traditional butter is cow's milk. In the majority of creameries, the preparation process begins with spontaneous fermentation. Churning is carried out using an electric churn for 30 to 45 minutes, with the addition of tap water. After kneading, the butter is cooled. Hygiene conditions are generally adhered to in most creameries.

Regarding the results of microbiological analyses, they indicate the presence of Total Coliforms in 12 out of 20 samples, with an average of 1.87×10^4 CFU/g, as well as the presence of Thermotolerant Coliforms in 8 out of 20 samples, with an average of 1.65×10^2 CFU/g.

Furthermore, *Staphylococcus aureus* bacteria were detected in 50% of the samples, while *Escherichia coli* was present in 40% of the samples. Fortunately, no traces of *Salmonella* were identified.

As for the results of physicochemical analyses, the observed average values are as follows: average humidity of 22.60%, average fat content of 75.45%, average NaCl content of 0.005%, average IP of 0.49%, average acidity of 0.96%, and average impurity content of 3.70%.

Keywords: Traditional butter, survey, manufacturing, physicochemical parameters, microbiological parameters.

ملخص

الزبدة التقليدية، المقدره على نطاق واسع بسبب جودتها الغذائية وطعمها، يتم إنتاجها بطريقة غير موحدة. تهدف هذه الدراسة إلى وضع عملية التصنيع وتقييم الجودة الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية لهذا المنتج.

لتحقيق هذه الأهداف، أُجريت استطلاعات بين 20 محل زبدة يقعون في محافظة البلية، باستخدام استبيان لجمع المعلومات ذات الصلة. تم تقييم الجودة الفيزيوكيميائية باستخدام 9 عينات من الزبدة التقليدية، بينما تم تحليل الجودة الميكروبيولوجية في 20 عينة من الزبدة التقليدية، مع فحص وجود الكوليفورم الإجمالي، والكوليفورم الحراري التحمل، والإشريشيا كولاي، والعنقوديات الذهبية، وسلمونيلا.

أظهرت نتائج الاستطلاع أن المادة الخام الرئيسية المستخدمة في إنتاج الزبدة التقليدية هي حليب البقر. في معظم المحلات، يبدأ عملية التحضير بالتخمير التلقائي. يتم الخفق باستخدام آلة خفق كهربائية لمدة تتراوح بين 30 و45 دقيقة، مع إضافة مياه الصنبور في نفس الوقت. بعد عملية العجن، تتم برودة الزبدة. يتم الالتزام بشروط النظافة عمومًا في معظم المحلات. فيما يتعلق بنتائج التحاليل الميكروبيولوجية، تشير إلى وجود الكوليفورم الإجمالي في 12 عينة من أصل 20، مع متوسط قدره 4×10^8 وحدة تكاثر كولونية/غرام، بالإضافة إلى وجود الكوليفورم الحراري التحمل في 8 عينات من أصل 20، مع متوسط قدره 65.1×10^2 وحدة تكاثر كولونية/غرام. علاوة على ذلك، تم اكتشاف وجود بكتيريا العنقوديات الذهبية في 50% من العينات، بينما كانت إشريشيا كولاي موجودة في 40% من العينات. لحسن الحظ، لم يتم التعرف على أي آثار للسالمونيلا.

أما بالنسبة لنتائج التحاليل الفيزيوكيميائية، فإن القيم المتوسطة الملاحظة هي كالتالي: متوسط الرطوبة 60.22%، متوسط محتوى الدهون 45.75%، متوسط نسبة NaCl 0.005%، متوسط الـ IP 49.0%، متوسط الحموضة 96.0%، ومتوسط نسبة الشوائب

3.70%.

الكلمات الرئيسية: الزبدة التقليدية، استطلاع، تصنيع، معلمات فيزيوكيميائية، معلمات ميكروبيولوجية.

INTRODUCTION

De nos jours, on observe un intérêt grandissant pour les aliments qui ont des liens avec des endroits spécifiques ou des terroirs particuliers. En effet, de plus en plus de consommateurs sont attirés par les produits alimentaires locaux qui incarnent une tradition et une identité régionale. Ces aliments sont souvent perçus comme étant de meilleure qualité, plus frais, plus durables, et ils contribuent également à soutenir l'économie locale (Pieniak et al., 2009).

Parmi les aliments traditionnels, les produits fermentés occupent une place importante. Ils sont consommés depuis des temps anciens et demeurent une source alimentaire essentielle dans l'alimentation mondiale. De plus, ils font partie intégrante de la culture culinaire humaine (El Sheikha et Hu, 2020). Les produits laitiers fermentés sont particulièrement appréciés en raison de leur composition simple.

Le lait est un aliment facilement périssable et difficile à conserver, en particulier dans les régions au climat chaud (Hutkins, 2006). C'est pourquoi diverses méthodes ont été développées pour prolonger sa durée de conservation.

La fermentation spontanée est l'une des méthodes les plus anciennes pour préserver le lait, car elle garantit la disponibilité d'aliments sains et nutritifs tout au long de l'année, tout en évitant les risques de pénurie de produits laitiers pour les consommateurs (Abd-El Salam et Benkerroum, 2006). Cette fermentation est réalisée grâce à l'action des bactéries lactiques, qui confèrent non seulement des caractéristiques distinctes en termes d'arôme et de texture, mais assurent également la sécurité alimentaire (Bekhouche et Boulahrouf, 2005).

En Algérie, une grande variété de produits laitiers est préparée en utilisant du lait naturellement fermenté. Ces produits ont joué et continuent de jouer un rôle majeur dans l'alimentation des populations, en particulier dans les zones rurales. Parmi ces produits, on retrouve le Lben, le Raïb, le fromage, le beurre traditionnel et le Smen, qui sont les plus courants et sont principalement commercialisés dans des circuits informels (Idoui et al., 2010). Leur préparation est faite selon un savoir-faire spécifique à la région, transmis d'une génération à une autre.

Le présent travail vise les objectifs suivants :

- Définir les étapes de fabrication de ce beurre traditionnel par le biais d'une enquête de terrain dans la wilaya de Blida. Il s'agit de collecter un maximum d'informations auprès crémiers spécialisés dans sa fabrication ;
- Déterminer la qualité bactériologique du beurre traditionnelle par réalisation d'analyses microbiologiques ;
- Déterminer la qualité physico-chimique.

CHAPITRE 1

MATIERE GRASSE DU LAIT

1. DEFINITION DU LAIT

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (Pougheon et Goursaud, 2001).

En 1983, La Fédération Internationale de Laiteries (F.I.L) définit ainsi le lait comme étant "le produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction" (Goursaud, 1985).

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (J.O.R.A, 1993).

Le Codex Alimentarius de 1999 définit le lait comme étant la sécrétion mammaire normale des animaux de traites, obtenue par une ou plusieurs traites, sans modification, destinée à la consommation directe ou à un traitement ultérieur.

Selon Aboutayeb (2009), le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (Fredot, 2006).

Jeantet et al., (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en cet état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

2. COMPOSITION DU LAIT

Selon Larpent (1997) le lait est un substrat très riche qui constitue un aliment presque complet pour l'Homme et les jeunes mammifères. Sa composition est caractérisée par une grande complexité, tant au niveau de la nature que de la forme de ses composants. Ces composants sont spécialement adaptés aux besoins nutritionnels et aux capacités digestives des jeunes animaux, leur fournissant tous les éléments nécessaires à leur croissance. Les principaux composants du lait, du point de vue quantitatif, sont l'eau, la matière grasse, les protéines et le lactose. Le lait contient également des composés mineurs tels que la matière minérale, les enzymes, les vitamines et les gaz dissous (Ramet, 1985).

La composition du lait varie d'une espèce de mammifère à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle. Cependant, il existe des caractéristiques communes aux différents laits à savoir la richesse en calcium, qualité protéique appréciable, le lactose comme sucre prédominant et une richesse en vitamines notamment du groupe B. Sa composition dépend aussi d'autres facteurs tels que la race des vaches, la saison et le climat. Certains de ces facteurs peuvent être contrôlés donc modifiés pour améliorer la rentabilité laitière d'une vache (Mathieu, 1998) (tableau 1).

Tableau 1 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et al. 2008).

Composants	Concentration (g/l)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3.7%)
Glucides	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 µm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0.5	
Insaponifiable (stéroïls, carotènes)	0.5	
Protides	34	Suspension micellaire phosphocaseinate de calcium (0.08 à 0.12 µm) Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Caséine	27	
Protéines solubles (globulines, albumines)	2.5	
Substances azotées non protéiques	1.5	
Sels	9	Solution ou état colloïdale
Acide citrique	2	
Acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2.6	
Chlorure de sodium (NaCl)	1.7	
Constituants divers (Vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

3. STRUCTURE DU LAIT

Le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases en équilibre instables. Il est possible d'envisager la composition des phases du lait, en classant les particules des constituants en fonction de leur taille (Luquet, 1985). Les trois phases caractéristiques sont :

3.1. Phase aqueuse

La phase aqueuse est formée d'un ensemble de substances dissoutes dans l'eau (87% du lait). Ses substances qui se caractérisent par leurs poids moléculaires et leur taille faibles peuvent donner naissance au lactosérum qui est une solution neutre contenant principalement du : lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que les vitamines hydrosolubles et les enzymes (Luquet, 1985).

3.2. Phase colloïdale

La phase colloïdale est constituée de la caséine qui est la principale protéine du lait associée à des sels minéraux (calcium, phosphate de calcium, etc...). Elle se trouve dispersée sous la forme de nombreuses particules solides en suspension, trop petites pour se déposer. Ces particules sont appelées micelles et leur dispersion dans le lait est appelé suspension colloïdale (Antzoulatos, 2016).

Cette dernière peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de microorganismes ou d'enzyme (Luquet, 1985).

3.3. Phase d'émulsion

La phase d'émulsion est constituée principalement de la matière grasse qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (Bragere, 1996).

4. MATIERE GRASSE DU LAIT

Chez la vache laitière, la Matière Grasse (MG) du lait représente environ 4 % de la masse totale du lait sécrété (Couvreue et Hurtaud, 2007).

4.1. Composition et structure

La matière grasse se compose principalement des triglycérides, des phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de -carotène (Vignola, 2002).

La matière grasse du lait est presque entièrement sous forme de globules, allant de 0,1 à 15µm de diamètre. La distribution des tailles est une caractéristique héréditaire qui varie selon les espèces et les races (Jenness, 1988).

• Triglycérides

Les triglycérides représentent 98% de la matière grasse totale de lait, qui correspond à trois molécules d'acides gras estérifiées sur une molécule de glycérol. Les triglycérides sont dits « purs » si les 3 acides gras sont identiques et « mixtes » si au moins un acide gras est différent. Puisque la partie du glycérol est identique dans tous les triglycérides, ce sont les acides gras qui leur confèrent leur propriété physicochimique (Vignola, 2002).

• Phospholipides

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse du lait. Ils sont classés comme graisses complexes, se caractérisent par la présence de phosphore dans leurs structures. Ils contiennent de la glycérine ou de la sphingosine associée à un ou deux acides gras et le groupe phosphate auquel est attaché un groupe azoté qui peut être la choline, l'éthanol amine ou la sérine (un acide aminé). Trois types de phospholipides sont distingués : la lécithine, la céphaline et la sphingomyéline (Vignola, 2002).

• Acides gras (fraction insaponifiable)

Les acides gras entrent dans la composition de tous les lipides et constituent 90% de leur masse. Leur nature est variée ; on en compte plusieurs centaines mais une dizaine seulement sont importants par leur quantité dont deux en particulier, l'oléique et le palmitique (Mathieu, 1998). La matière grasse du lait est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Parmi ceux-ci, la proportion d'acides gras polyinsaturés est faible (3%) (Jeantet et al., 2008).

Tableau 2 : Composition lipidique du lait (Grappin, et Pochet, 1999).

Constituants	Proportions de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	01
Fraction insaponifiable	01

4.2. Synthèse

D'après Jensen (2002), Bauman et Griinari (2003), Heid et Keenan (2005) et Nozière et al., (2006) : La synthèse des AG dans la glande mammaire provient de deux sources :

La synthèse de novo à partir d'acétate, B-hydroxybutyrate, et propionate, principalement via la voie du malonyl, et le prélèvement d'AG dans la circulation sanguine. Les AG sanguins ont au moins 12 atomes de carbone et peuvent être issus de triglycérides plasmatiques ou de la lipolyse des tissus adipeux. Une fois synthétisés ou prélevés, les AG peuvent subir une réaction de désaturation. La synthèse des glycérides se produit dans le réticulum endoplasmique lisse par la voie de l'aglycerophosphate, formant la majorité des lipides du lait, y compris mono, di, et triglycérides, ainsi que des glycerophospholipides. Les sphingolipides proviennent d'une base de sphingosine ou céramide, tandis que d'autres lipides sont apportés par d'autres organes ou l'alimentation. La composition des acides gras dans le lait est diversifiée, avec plus de 400 AG différents, dont environ 15 sont présents à plus de 1%. Les AG pairs à chaîne courte et moyenne représentent la majorité, suivis des AG saturés. Les AG insaturés, notamment C18:1, sont prélevés directement ou obtenus par désaturation du C18:0. Les AG polyinsaturés sont moins abondantes. Les triglycérides (TG) dominent la composition lipidique du lait, avec certains groupes basés sur la longueur des chaînes carbonées. Les TG saturés et monoinsaturés sont les plus courants. La quantité de lipides polaires dans le lait est d'environ 0,9 g/100 g de matière grasse, principalement constituée de phosphatidylcholine/éthanolamine et de sphingolipides. En outre, le lait contient du cholestérol et des vitamines A, E et B-carotène en quantités variées.

4.3. Globules Gras

La matière grasse est sous forme de globules gras (visibles au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) et des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipido-protéique chargée négativement (Boubezari, 2010).

4.3.1. Sécrétion du globule gras

Selon (Couvreue et Hurtaud, 2007) : La sécrétion des globules gras (GG) dans les cellules épithéliales mammaires est un processus complexe qui comprend plusieurs étapes clés :

a) Formation des précurseurs des GG dans le réticulum endoplasmique

Les précurseurs des GG, appelés microgouttelettes lipidiques (MLD), sont exclusivement formés dans le réticulum endoplasmique situé dans la région basale de la cellule épithéliale. Les triglycérides (TG) synthétisés s'accumulent à l'intérieur de la membrane du réticulum pour former les MLD.

b) Croissance et transit des précurseurs des GG

Les MLD, une fois libérées dans le cytoplasme, deviennent des Cytoplasmic Lipid Droplets (CLD). Leur taille augmente considérablement au cours de leur déplacement de la région basale vers la région apicale de la cellule. Cette croissance est due à l'accumulation progressive de lipides à l'intérieur des CLD, principalement des TG. La fusion entre les MLD contribue également à cette croissance.

c) Mécanismes de sécrétion des GG

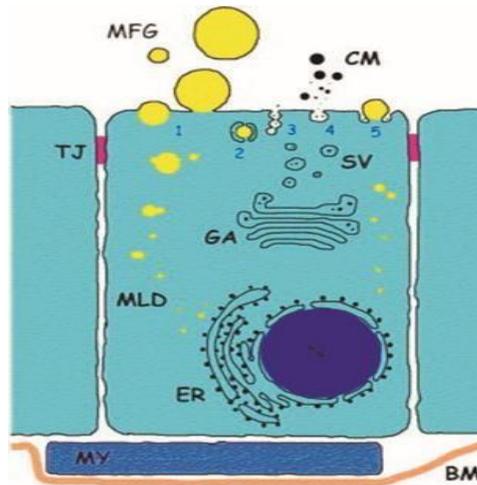
Il existe deux mécanismes possibles de sécrétion des GG :

1. Sécrétion apocrine : Les CLD sont entièrement enveloppés par la membrane plasmique apicale de la cellule, de sorte que les GG sont recouverts par une membrane au moment de leur sécrétion dans la lumière de l'alvéole. Ce processus est considéré comme majoritaire.
2. Sécrétion basée sur l'association avec des vésicules de sécrétion golgiennes : Les CLD s'associent avec des vésicules de sécrétion contenant des micelles de caséines dans la région apicale de la cellule, et le contenu de cette association est sécrété par exocytose.

Des études récentes suggèrent qu'une combinaison de ces deux mécanismes peut être impliquée dans la sécrétion des GG.

d) Mécanismes de régulation

Les mécanismes de régulation de la croissance des CLD et de la sécrétion des GG restent en grande partie peu connus. Cependant, certaines études indiquent que des facteurs tels que la teneur en calcium cytoplasmique, la composition en acides gras des CLD, la présence de protéines spécifiques (butyrophiline, xanthine oxydase, adipophiline), et les capacités de synthèse de membrane peuvent influencer la croissance et la sécrétion des GG.



MFG : Globules gras ; CM : Micelle de caséines ; SV : Vésicules de sécrétion ; TJ : Jonction serrée ; GA : Appareil de Golgi ; MLD : Microgouttelette lipidique ; N : Noyau ; ER : Réticulum endoplasmique ; MY : Cellule myoépithéliale ; BM : Membrane basale

Figure 1 : Représentation schématique des différentes voies de sécrétion de la matière grasse possibles (Heid et Keenan, 2005).

- Sécrétion du globule gras par enveloppement par la membrane plasmique apicale.
- Sous certaines conditions, des vésicules sécrétoires pourraient entourer les gouttelettes lipidiques et fusionner pour former une vacuole contenant la gouttelette lipidique.
- Sécrétion de la phase non grasse du lait par exocytose composée
- Sécrétion de la phase non grasse du lait par exocytose simple
- Combinaison probable mai non documentée de membrane plasmique apicale et de membrane de vésicule sécrétoire pour la sécrétion des globules gras.

4.3.2. Structure de globule gras

La structure d'un globule gras est hétérogène, en allant du centre à la périphérie, on trouve successivement (Collomb et Spahni, 1995 ; Debry, 2001) :

- Une zone de glycéride à bas point de fusion est liquide à température ambiante
- Une zone riche en glycéride à haut point de fusion
- Une zone corticale : la membrane du globule gras joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés. Cette membrane constitue une barrière naturelle contre l'accès de la lipase naturelle du lait ou d'enzymes étrangères reliées que les enzymes extracellulaires

thermorésistantes produites par des bactéries psychotropes qui croissent lors de la réfrigération du lait.

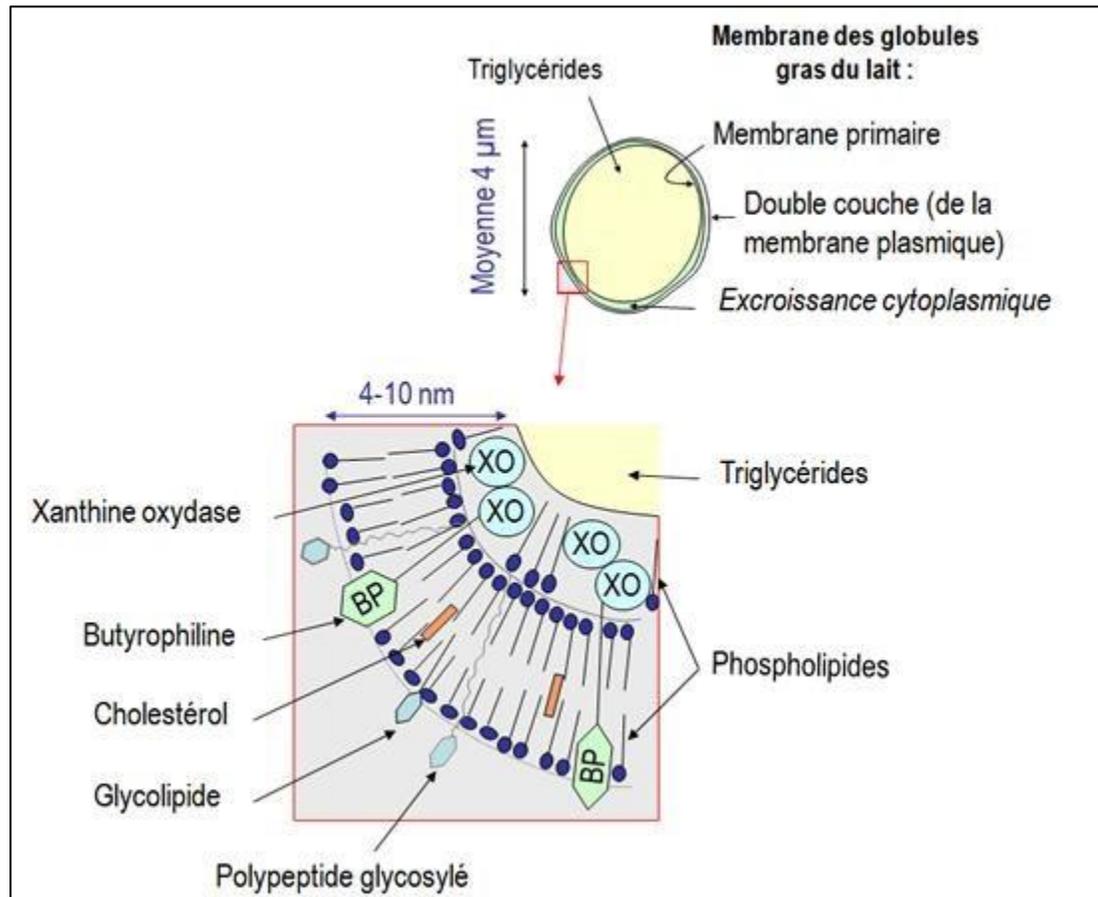


Figure 2 : Schématisation de la structure de la membrane des globules gras (Michalski et al., 2001).

4.3.3. Facteurs d'élevage influençant la structure du globule gras

Selon (Couvreue et Hurtaud, 2007), Les facteurs d'élevage qui influencent la structure des globules gras dans le lait. Ces facteurs peuvent être classés en deux catégories : ceux liés à l'animal (race, stade de lactation, variabilité individuelle) et ceux liés aux pratiques d'élevage, tels que l'alimentation. La fréquence de traite ne semble pas avoir d'impact significatif sur la composition et la taille des globules gras.

4.3.3.1. Facteurs liés à l'animal

a) **Différences entre races :** Les vaches de races réputées pour leur production de beurre, telles que Jersiaise, Guernesey et Normande, ont tendance à avoir des globules gras plus gros que les

vaches de race productive comme l'Holstein, bien que les différences soient relativement faibles (<1 μm).

b) Variation avec le stade de lactation : La taille des globules gras atteint son maximum en début de lactation, puis diminue progressivement tout au long de la lactation. Cependant, certaines divergences existent quant à la période précise de diminution.

c) Variabilité individuelle : Il existe une grande variabilité individuelle dans la taille des globules gras, avec des différences significatives entre les vaches d'un même troupeau.

4.3.3.2. Facteurs liés à l'alimentation

a) Restriction énergétique : Une restriction énergétique de l'alimentation ne semble pas affecter la taille des globules gras.

b) Type de fourrage : L'utilisation d'herbe dans l'alimentation des vaches conduit généralement à une diminution de la taille des globules gras, avec une réduction maximale observée lorsque l'herbe représente au moins 30 % de la ration.

c) Supplémentation lipidique : Les effets de la supplémentation en lipides sur la taille des globules gras varient selon le type de lipides utilisés. Par exemple, la supplémentation en lin extrudé, en algues marines et en graines de soja peut entraîner une réduction de la taille des globules gras, tandis que la supplémentation en graines de tournesol peut augmenter leur taille.

4.3.4. Facteurs de stabilité des globules gras

L'élaboration des produits laitiers nécessite de prendre en compte les caractéristiques de l'émulsion laitière (diamètre et nature de la membrane des globules gras) qui gouvernent sa stabilité physique, biologique et chimique. Les matières grasses à l'état dispersé, notamment laitières, sont naturellement soumises à des instabilités physiques dont les principales sont l'écémage, la floculation et la coalescence. Par ailleurs, la matière grasse laitière (MGL) présente certaines spécificités telles que l'agglutination à froid et la coalescence partielle des globules gras (GG) qui s'observe sur une large gamme de température, couvrant les températures de stockage des produits laitiers (Jeantet et al., 2008).

4.3.5. Séparation des globules gras

La matière grasse peut aussi se présenter sous forme de groupements de globules gras. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser

leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse suivant la loi de Stokes (Couvreur et Hurtaud, 2007).

L'agitation, le pompage et le refroidissement énergétique entraînent la dislocation des lipoprotéines de la membrane des globules gras vers le sérum et amènent une présence de triglycérides vers la surface. Il se produit alors une contraction du noyau du globule gras causant des fissures qui permettent aux triglycérides liquides de se diriger vers l'extérieur, où ils se réparent à la surface pour former un rassemblement de globules, appelé aussi « graissage » (Vignola, 2002).

CHAPITRE 2

BEURRE STANDARD

L'Origine du mot "beurre" vient de "bou-tyron" en grec, ce qui semble signifier "cow cheese" (Michael et al., 2008).

1. DIFINITION DU BEURRE

Selon le Codex Alimentarius, le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait et /ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau dans huile.

D'après l'article le règlement CE (1995), la dénomination « beurre » est réservée aux produits de type émulsion d'eau dans la matière grasse dont les constituants d'origine laitière. Selon JORA (1998) Art. 2 : Le beurre est le produit gras dérivé exclusivement du lait et de produits obtenus à partir du lait sous forme d'une émulsion eau-matière grasse.

Art. 3 : le produit émulsionne défini à l'article ci-dessus présentant pour 100 grammes de produit fini, 82 grammes de matière grasse laitière au minimum, 2 grammes de matière sèche non grasse au maximum et 16 grammes d'eau au maximum.

2. COMPOSITION ET STRUCTURE DU BEURRE

Le beurre se décrit comme une émulsion d'eau dans la matière grasse. Il contient environ 80 à 84% de matière grasse, de 14 à 16% d'eau et moins de 2% de matières non grasses. La phase grasse est constituée d'un grand nombre de globules gras intacts intégrés à un ciment de matière grasse liquide ; des cristaux de matière grasse solide.

L'arrangement et le réseau que les cristaux de matière grasse sont susceptibles de former dans le ciment sont responsables de la fermeté du beurre. Enfin, on trouve également une part non négligeable d'eau dispersée sous forme de petites gouttelettes (1- 25 μ m) et intégrée dans la matière grasse (au niveau des membranes des globules gras), et des bulles d'air (>20 μ m). (Tableau 3).

Le principal critère d'appréciation de la qualité fonctionnelle du beurre est la tartinabilité, elle dépend de la structure de celle-ci (Couvreur et Hurtaud, 2007).

La composition chimique du beurre varie avec la race animale, l'alimentation, la saison et la région (El Khaloui et al., 2004).

Les éléments structuraux du beurre sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Éléments structuraux du beurre (Walstra et al., 1999)

Élément de structure	Concentration approximative (ml^{-1})	Pourcentage dans le beurre	Dimension (μm)
Globules gras ^a	10^{10}	10 – 50 ^c	2-8
Cristaux de matière grasse ^b	10^{13}	10 – 40 ^d	0,01-2
Gouttelettes d'eau	10^{10}	15	1 – 25 ^c
Bulles d'air	10^6	~2	> 20

a : avec une membrane complète (pour la plus grande partie) ; **b** : à des températures supérieures principalement à l'intérieur des globules de matière grasse ; **c** : à basse température formant des réseaux solides ; **d** : dépend étroitement du travail ; **e** : dépend étroitement de la température

3. VALEUR NUTRITIONNELLE

La teneur lipidique très élevée du beurre rend compte de presque toute sa valeur nutritive. Il contient en outre de rares protéines, de glucides et des minéraux.

Sur le plan énergétique, la consommation de 50g de beurre peut satisfaire chez l'adulte 15% des besoins caloriques, 20 à 50% des besoins en vitamines A et de 15 à 20% des besoins en vitamines D, notamment, le beurre représente la source alimentaire naturelle la plus riche en vitamines A et le lait d'été en contient plus que le lait d'hiver (Lubin, 1998). La composition nutritionnelle moyenne du beurre est représentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Composition nutritionnelle moyenne pour 100g de beurre (Apfelbaum et al., 2009).

Composants	Valeurs
Energie	3155 K joules, 755 K calorie
Lipides :	83g dont :
Acides gras saturés	52,6 g
Acides mono-insaturés	23,5 g
Acides gras polyinsaturés	2g
Protéines	1 g
Glucides	1 g
Eau	15 g
Cholestérol	250 mg
Vitamine A	900 μg à 1 mg
Vitamine D2	5 μg

4. DIFFERENTS TYPES DE BEURRE

Selon plusieurs auteurs (Fredot, 2005 ; Jeantet *et al.*, 2008 ; Apfelbaum *et al.*, 2009), Il existe différents types du beurre selon les lieux et les processus de fabrication.

4.1. Beurre cru ou crème crue

Pour avoir ce genre de beurre, le lait utilisé n'a subi aucun traitement thermique hormis la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée et reste sous forme crue. Ce type de beurre est aussi de plus en plus rare de par ses critères microbiologiques moins rigoureux en ce qui concerne les germes non pathogènes (Fredot, 2005).

4.2. Beurre concentré

Selon Fredot (2005), il existe deux types :

- Le beurre concentré qui est destiné à la consommation directe qui se caractérise par une pasteurisation et une déshydratation et qui contient au moins 96% de matières grasses d'origine laitière. Ce produit est commercialisé sous le nom « beurre de cuisine » et est plus stable au cours du stockage car quasiment toute l'eau et la matière non grasse ont été éliminées.
- Le beurre concentré qui est destiné à l'industrie qui est aussi un beurre déshydraté pasteurisé mais qui contient au moins 99,8% de matières grasses d'origine laitière. Il ne doit pas contenir d'additifs neutralisants tels que les antioxydants ou de conservateurs et est commercialisé sous le nom de « beurre pâtissier ».

4.3. Beurre allégé

Le beurre allégé est un produit émulsionné dont la teneur en matières grasses est comprise entre 41 et 65%. Pour que sa cuisson peut être rendue possible (Fredot, 2005).

4.4. Demi-beurre

Ce terme est utilisé pour le beurre allégé dont la teneur en matières grasses est de 39 à 41% (Jeantet *et al.*, 2008).

4.5. Beurre fermier ou traditionnel

Le beurre fermier est un produit laitier traditionnel fabriqué dans les fermes avec des crèmes crues et différentes méthodes, il s'altère rapidement (Apfelbaum *et al.*, 2009).

5. PROCEDE DE FABRICATION

Selon Keogh (2006), La fabrication du beurre comprend cinq étapes principales :

- Concentration de la phase grasse du lait par séparation mécanique ;
- Cristallisation de la phase grasse de la crème par refroidissant ;
- Phase d'inversion de l'émulsion huile dans l'eau de la crème ;
- Elimination du babeurre ;
- Formation d'une émulsion eau-dans-huile.

Dans le lait comme dans la crème, la matière grasse se trouve à l'état de globules. Dans le Beurre, la matière grasse forme une phase continue emprisonnant à la fois les globules gras restés plus ou moins intacts et des gouttelettes aqueuses. La proportion de matière grasse restée à l'état globulaire varie avec le procédé de fabrication. Elle est d'environ 50 % dans le barattage classique et de 30 à 40 % dans le procédé continu de Fritz.

La fabrication du beurre consiste en la destruction de la suspension globulaire et une inversion de phase, accompagnées d'une séparation de la plus grande partie de la phase non grasse (babeurre).

Alors que le lait constitue une émulsion du type grasse dans l'eau, le beurre est une émulsion du type eau dans la grasse (Keogh, 2006).

Le diagramme général de Boutonnier (2007) représente le processus de la fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération (figure n° 3).

6. ETAPES DE FABRICATION

6.1. Préparation de la crème

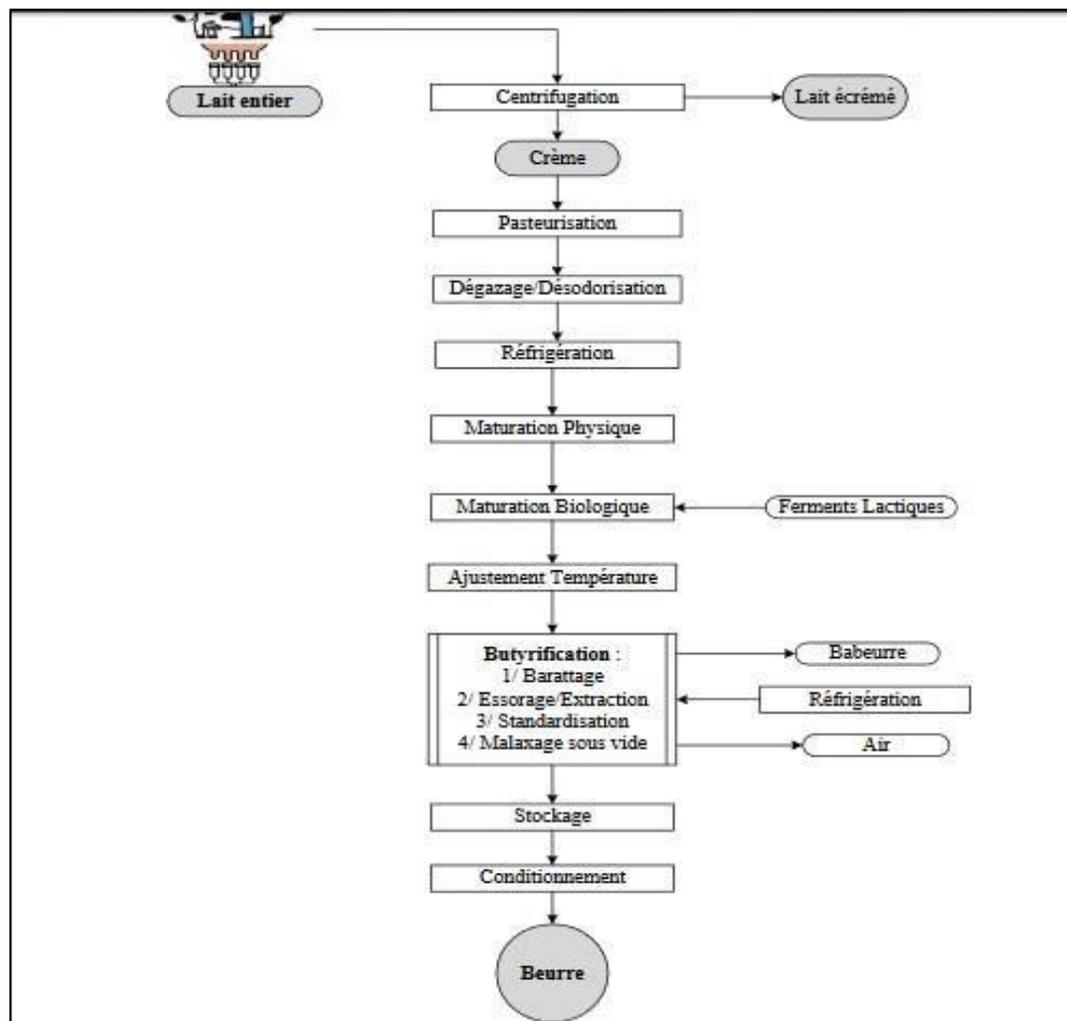
La crème est standardisée entre 35 et 40% de matière grasse (MG) en fabrication traditionnelle et entre 40 et 45% de MG en fabrication continue. Dans le cas des crèmes acides, on procède à une désacidification pour ramener l'acidité du non gras entre 15 et 20°D soit par lavage à l'eau suivi d'un écrémage afin d'éliminer la phase non grasse altérée, soit par addition de neutralisants (Jeantet et al., 2008).

Selon Mulder et Walstra (1974), la crème peut se définir comme une émulsion d'origine laitière de type huile dans l'eau, tout comme le lait, mais plus riche en matière grasse que ce dernier. Elle est

obtenue par écrémage et sa concentration en matière grasse est variable. Plusieurs destinations sont possibles :

- Crèmes destinées au marché de la grande consommation.
- Crèmes destinées au marché industriel de la deuxième transformation (sauces, plats cuisinés, desserts...)
- Crèmes destinées à la fabrication industrielle du beurre et de ses dérivés.

La crème de consommation est obtenue après la désodorisation et le traitement thermique de la crème de base. Elle sera commercialisée après son passage de stabilisation microbiologique via une pasteurisation / stérilisation et un emballage final (CAR/PP, 2002).



Figures 3 : Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération (Boutonnier, 2007)

6.2. Maturation de la crème

La maturation de la crème peut combiner deux processus : d'une part, la maturation physique qui assure une cristallisation dirigée de la matière grasse et d'autre part, une maturation biologique qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme (Jeantet et al., 2008)

6.2.1. Maturation physique

Les propriétés rhéologiques des beurres dépendent fortement des propriétés thermiques et structurales des triglycérides constituant la matière grasse. La maturation physique qui vise à solidifier une partie des triglycérides est une opération incontournable pour obtenir un beurre de qualité optimale et constante malgré le degré de variabilité de la qualité de la crème. L'application d'un cycle thermique adapté permet de diriger la cristallisation des triglycérides et de corriger ainsi les effets liés à la saison.

Par conséquent, le régime de refroidissement pratiqué lors de la maturation physique influence, à la fois, la quantité de matière grasse solidifiée par cristallisation, ainsi que le degré d'agglomération des globules gras. Ce dernier facteur est fondamental car il conditionne l'aptitude de la crème au barattage. Les globules gras sont dans un état métastable de grande fragilité au niveau de la crème pendant une dizaine de minutes après le refroidissement.

Aussi, tout stress mécanique, pendant cette phase, entraîne une libération de matière grasse liquide qui agglomère les globules gras. La crème étant plus visqueuse, l'agitation doit être plus longue et plus énergique (Boutonnier, 2007).

Selon (Mahaut et al., 2000), deux paramètres interviennent au cours du refroidissement de la crème:

- La température de refroidissement :

Plus la température de refroidissement est basse, moins il y aura de matière grasse liquide. Un maintien de la crème à une température de 5°C à 6°C pendant 2 heures a pour avantage de limiter les pertes en matière grasse dans le babeurre à des niveaux de 0,2 à 0,3%.

- La vitesse de refroidissement :

Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus il y aura de matière grasse solide. Il se forme alors de nombreux points de cristallisation conduisant à une multitude de petits cristaux fins et homogènes dans une plage de température de fusion étroite. Quand la vitesse de refroidissement est lente, il se forme des gros cristaux qui conduisant à un beurre plus ferme.

6.2.2. Maturation biologique

Cette opération se réalise dans le cadre des fabrications traditionnelles ainsi que pour l'obtention de beurres d'appellation d'origine contrôlée (obligation d'une durée minimale de 12 heures entre 9°C et 15°C). Elle consiste à ensemercer la crème avec une préparation de bactéries lactiques à la dose massique de 3 à 5% et à laisser se développer celles-ci pendant une dizaine d'heures afin de développer deux types de fermentations : lactique et aromatique (Boutonnier, 2007).

La fermentation lactique produit de l'acide lactique qui abaisse le pH de la crème entre 4,70 et 5,80 afin d'améliorer la conservation du beurre. En outre, cette diminution du pH permet en se rapprochant du point isoélectrique des protéines membranaires de faciliter l'agglomération des globules gras, recherchée lors du barattage (Boutonnier, 2007).

La fermentation aromatique résulte majoritairement du métabolisme des citrates par les bactéries lactiques, Elle conduit à la production d'une molécule très aromatique (goût de Noisette du beurre) le diacétyle ou 2-3 butane dionée. Même si d'autres composés, soit originels (Acides ou delta lactones), soit ceux issus de fermentation (alcools, aldéhydes, cétones, esters, Amines, etc.) participent au profil aromatique du beurre, c'est le diacétyle qui joue un rôle prépondérant (Boutonnier, 2007)

6.3. Transformation de la crème en beurre

6.3.1. Inversion de phase

L'inversion de phase, consiste à transformer la crème qui est une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse en beurre qui est une émulsion de solution aqueuse dans la matière grasse. Au cours de cette opération, il y a agglomération des globules, déstructuration et libération des triglycérides (solides et liquides) suivie d'une expulsion de la fraction non grasse contenue dans la crème de départ, le babeurre ; la matière grasse liquide libérée (glycérides à bas point de fusion) permet d'assurer la liaison intime entre les globules gras qui subsistent et les gouttelettes de (Mahaut et al., 2000).

Selon Angers (2010), trois procédés peuvent réaliser cette inversion de phases : a)

Procédé par concentration

Le principe de fabrication par concentration fait appel à une concentration préalable de la crème, obtenue par écrémage centrifuge, à une teneur en matière grasse voisine de celle du beurre. La crème

concentrée étant instable en raison du rapprochement des globules gras et de leur déformation, l'inversion de phase s'effectue par le refroidissement à l'entrée du butyrateur et par le frottement mécanique des vis à propulsion ou des agitateurs. On termine la fabrication par un barattage et un malaxage en continu (Angers, 2010). b) Procédé par émulsion ou combinaison

La méthode par combinaison comprend trois opérations principales : déstabilisation d'une crème très riche en gras (85 à 99%) ; standardisation de la composition par l'incorporation d'eau ou d'une solution aqueuse de sel dans le gras à l'état d'huile ; refroidissement en vue de solidifier le beurre.

c) Procédé par agglomération

C'est le plus répandu dans le monde. Il s'est imposé grâce à sa maîtrise de la qualité du produit fini, sa souplesse d'utilisation et surtout par la productivité des appareils qu'il met en œuvre. Sous l'effet de l'agitation de la crème et de la formation de mousse fine par des palettes tournant à grande vitesse (2000tr/min), il se forme très rapidement, en deçà de trois secondes, une agglomération des globules de gras en grains de beurre qui sont transportés vers une section de malaxage, le babeurre étant expulsé de façon continue. La crème traitée est de concentration normale, de 40 à 50% de matière grasse (Angers, 2010).

6.3.2. Lavage

Le lavage permet de refroidir et de resserrer le grain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien. En général, on ne peut pas descendre en dessous de 0,5 à 1% de non-gras (Jeantet et al., 2008).

6.3.3. Salage

Le sel contribue à rehausser la saveur et à prolonger la conservation du beurre. Ses propriétés antiseptiques permettent d'y restreindre la croissance microbienne et de prévenir certains défauts. Le sel incorporé au beurre doit être chimiquement pur, extra fin, rapidement et complètement soluble (Angers, 2010).

6.3.4. Malaxage

Le malaxage est le traitement visant à disperser uniformément l'air, l'eau, le sel et composés aromatiques dans la masse butyrique, à poursuivre l'expulsion du gras liquide et des cristaux dans les globules gras endommagés par l'opération de barattage, et à mélanger intimement les grains de beurre pour obtenir un produit fini de consistance et de texture désirables. Il permet également la

soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de diamètre moyen inférieur à 5µm au sein de la matière grasse.

Lorsqu'il est correctement réalisé, il permet d'obtenir de l'ordre de 10^{10} gouttelettes de non gras par gramme de beurre. De façon générale, il recommande de poursuivre le malaxage Jusqu'à l'absence de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieur du beurre et jusqu'à l'obtention d'une consistance ferme, d'une texture cireuse et d'une apparence lustrée (Angers, 2010).

6.4. Transport et stockage intermédiaire du beurre

Une fois produit, le beurre est stocké de manière temporaire avant le conditionnement dans des tanks silos qui sont directement reliés au butyrateur (Boutonnier, 2007).

6.5. Conditionnement du beurre

L'emballage du beurre sert à préserver le produit des détériorations chimiques et microbiologiques et à le protéger des chocs mécaniques (Angers, 2010). Les matériaux utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés : ils doivent présenter une bonne étanchéité, une protection contre la lumière, l'oxygène et les odeurs de l'environnement (Jeantet et al., 2008).

7. LA QUALITE DU BEURRE

Des différents critères microbiologiques fixés spécifiquement par secteur et qui reprend les références sur lesquelles le Service de la sécurité alimentaire se base pour interpréter les résultats des analyses microbiologiques (Bartolomeo, 2011).

L'innocuité des aliments est basée sur les microorganismes pathogènes mais également sur les microorganismes indicateurs de bonnes pratiques d'hygiène puisque la recherche de tous les microorganismes pathogènes ne peut être réalisés systématiquement. En effet, ces derniers, lorsqu'ils sont présents, sont généralement en très faible concentration dans les aliments (Bartolomeo 2011).

Les critères microbiologiques des différents beurres de consommation selon le JORA (2017) sont rapportés dans le tableau suivant

Tableau 5 : Critères microbiologiques des beurres de consommation (JORA, 2017)

Catégorie	Microorganismes	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques ufc	
		n	c	m	M
Beurre cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 ²
	Staphylococcus à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Beurre pasteurisé	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylococcus à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Beurre concentré	Germes aérobies à 30°C	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	Staphylococcus à coagulase +	5	0	Absence	
	Coliformes totaux	5	0	Absence	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	

CHAPITRE 3

BEURRE TRADITIONNELLE ALGIRIEN

Il est reconnu depuis l'antiquité que les femmes des nomades ont joué un rôle très important dans la transformation du lait en produits dérivés traditionnels, notamment le beurre (Le Quellec *et al.*, 2006). Le beurre traditionnel a été utilisé non seulement comme aliment, mais aussi à usage cosmétique, médical et pour les cérémonies religieuses.

En Algérie, le beurre a la fierté de la tradition culinaire depuis des siècles. Sa préparation est faite selon un savoir-faire spécifique à la région est transmis d'une génération à une autre. Ce produit possède une qualité microbiologique composée d'une flore indigène locale qui reflète les conditions climatiques de la région (Bensalah *et al.*, 2011).

1. PROCEDE DE FABRICATION ARTISANALE

Le beurre frais, également connu sous le nom de "Zebda", est obtenu en barattant le lait caillé, auquel on ajoute progressivement de l'eau tiède (à une température de 40 à 50 °C) à la fin du processus de barattage. Cette étape vise à favoriser l'agglomération des globules gras et à augmenter le rendement en beurre. Les globules lipidiques se forment à la surface et sont collectés à la fin du barattage (Camps, 1984 ; Bellakhder, 2008). Le beurre frais ainsi obtenu a une consistance molle en raison de sa forte teneur en eau (FAO, 1990 ; Benkerroum, 2013). Le processus commence par laisser le lait reposer dans une marmite en terre cuite, appelée "Raouaba", jusqu'à ce qu'il coagule. Cette coagulation se produit à température ambiante et peut durer jusqu'à 72 heures en fonction de la saison (Tantaoui *et al.*, 1983 ; Tantaoui Elaraki et El Marrakchi, 1987). Une fois le caillé formé, il est brassé à l'aide d'une cuillère ou d'une louche pour faciliter son transfert dans le récipient utilisé pour le barattage.

En Algérie, différentes régions utilisent trois types de barattes traditionnelles depuis l'Antiquité.

Par exemple, chez les Chaouias des Aurès et les nomades sahariens, on utilise la "Chekoua" (Figure 4), qui est fabriquée à partir de peau de chèvre ou de brebis après un traitement laborieux. La "Chekoua", remplie de "rayeb", est suspendue à un trépied ou à une poutre, puis elle est vigoureusement agitée d'avant en arrière jusqu'à ce que les agrégats des particules grasses coalescent. Les particules de matière grasse se rassemblent pour former des grains de beurre (Boubekri *et al.*, 1984 ; Camps, 1984 ; Benkerroum et Tamime, 2004 ; Mechai *et al.*, 2014).



Figure 4 : Chekoua ; Baratte en peau de Brebis/Chèvre (anonyme 1).

Dans la région de Kabylie orientale, les femmes utilisaient des récipients en terre cuite connus sous le nom de "Mezla" (voir Figure (5) ou "Artoul" pour les volumes plus petits. La "Mezla" était placée sur un morceau de liège, puis secouée pour extraire le beurre. Sur le côté de la "Mezla", il y avait un petit orifice fermé par un morceau de tissu appelé "Anfous". Les femmes retiraient occasionnellement ce tissu pendant le processus de barattage pour permettre à l'air de s'échapper de la baratte. Pour assurer une fermeture hermétique de l'ouverture principale de la baratte, un morceau de peau de chèvre, appelé "Afzaz", était étroitement fixé autour de cette ouverture à l'aide d'une ficelle.



Figure 5 : Mezla ; Baratte en terre cuite (anonyme 2)

Dans les hauteurs de Djurdjura, les femmes kabyles utilisent un ustensile traditionnel appelé "Thakhssayeth Oussendou", également connu sous le nom de "Thakhchachet" (voir Figure 6). Ce

choix n'est pas fortuit, car dans les régions montagneuses et escarpées de la Kabylie, une plante appelée calebasse pousse naturellement. Cette plante produit un fruit qui, à maturité, devient rigide et creux à l'intérieur, ce qui en fait une baratte traditionnelle en Kabylie. L'opérateur doit secouer vigoureusement l'ustensile avec les deux mains. Le processus de barattage peut durer de 40 minutes à 1 heure et 15 minutes. En général, le beurre frais, appelé "zebda", est récupéré manuellement (Camps, 1984 ; Harrati, 1974).



Figure 6 : Thkhssayeth Oussendou ou Thakhchachet ; Calebasse de barattage

(Anonyme 6)

2. QUALITE DU BEURRE TRADITIONELLE ALGERIEN

Ce produit traditionnel n'a pas de normes officielles. Cependant, nombreuses études ont rapporté des résultats d'analyses d'échantillons analysés.

Une étude dans l'Est de l'Algérie, plus précisément dans la région de Jijel a porté sur la qualité d'un beurre traditionnel. Ce rapport pionnier a examiné les caractéristiques microbiologiques, physicochimiques et la composition en acides gras de ce beurre fabriqué à partir de lait de vache. Les résultats ont mis en évidence la présence d'acide lactique, de bactéries psychrotrophes et de levures. Aucune trace de staphylocoques ou de bactéries lipolytiques n'a été détectée. L'étude a également révélé des variations significatives dans les propriétés chimiques parmi les différents échantillons analysés. Les niveaux de pH se sont échelonnés de pH 4,64 à pH 5,53, tandis que l'humidité et les impuretés ont dépassé respectivement 17,5% et 9,19%. En ce qui concerne les indices chimiques, les valeurs de l'indice d'acidité, de l'indice de peroxyde, de l'indice de

saponification et de l'indice d'iode ont varié de 23,56 à 31,35 mg KOH/g, de 1,6 à 4 meq/kg, de 140,25 à 228,60 mg KOH/g et de 35,35 à 53,69 mg/100g respectivement. Enfin, l'analyse de la composition en acides gras a révélé que l'acide palmitique et l'acide oléique étaient les principaux acides gras saturés et insaturés présents dans le beurre étudié (Idoui et al., 2010).

3. QUALITE DU BEURRE DANS D'AUTRES PAYS

3.1. Qualité du beurre Tunisien

Selon l'étude menée par Samet-Bali et al. (2009), l'analyse physico-chimique a révélé que le beurre présentait un taux de matière grasse inférieur à 80 % et une activité de l'eau élevée. En ce qui concerne la composition en acides gras, les acides gras saturés étaient prédominants (71,84 %) par rapport aux acides gras insaturés (27,09 %). Les principaux acides gras identifiés dans les échantillons de beurre étaient l'acide myristique, l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acide oléique.

Pendant le stockage à des températures de 4 et 10 °C, il a été observé que le pH diminuait tandis que l'acidité titrable augmentait. Les changements dans le nombre de bactéries lactiques étaient relativement limités pendant le stockage à ces températures, tandis que le nombre de levures et de moisissures augmentait, quel que soit le niveau de température.

L'étude a également examiné l'impact du chauffage à 60 °C sur différentes caractéristiques de qualité de l'huile de beurre traditionnelle tunisienne (TTBO), notamment l'absorption à 232 et 270 nm, l'indice de peroxyde, la teneur en acides gras libres, la viscosité, la texture, la couleur et la composition en acides gras. Les résultats ont démontré la résistance de la TTBO à l'oxydation. Ces constatations renforcent l'idée de l'intégration de la TTBO dans la formulation des produits alimentaires.

3.2. Qualité du beurre Egyptien

L'étude de Meshref, (2010) a porté sur l'évaluation du taux de contamination et de l'aspect hygiénique du beurre de cuisson dans le gouvernorat de Beni-Suef, en Égypte. Des échantillons de beurre de cuisine ont été soumis à des analyses visant à détecter la présence de bactéries psychrotrophes, de coliformes totaux, de coliformes fécaux, de moisissures et de levures. De plus, une recherche a été effectuée pour déterminer la présence de bactéries pathogènes telles que *E. coli*, *S. aureus* et *Ps. aeruginosa*.

Les résultats de l'examen microbiologique ont montré que des pourcentages élevés d'échantillons étaient contaminés : 100 % pour les bactéries psychrotrophes, les moisissures et les levures, 36,7 % pour les coliformes, 31,7 % pour les coliformes fécaux, 31,7 % pour *E. coli*, et 23,3 % pour *S. aureus*. Aucun des échantillons de beurre de cuisson analysés ne contenait de *Ps. aeruginosa*. Par ailleurs, les valeurs moyennes pour le chlorure de sodium et l'acidité titrable étaient de 0,57 % \pm 0,05 % et 0,20 % \pm 0,013 %, respectivement.

Ces résultats ont mis en évidence que la production de beurre de cuisson se déroule dans des conditions non hygiéniques et sans l'application de bonnes pratiques de fabrication.

3.3. Qualité du beurre Soudanais

Selon l'étude menée par Jabir et al. (2016), une enquête a été réalisée pour évaluer la qualité microbiologique du beurre produit dans la région de Khartoum. Cette étude a comparé différentes variétés de beurres, notamment le beurre traditionnel, celui fabriqué dans une laiterie, et celui fabriqué en laboratoire. Les caractéristiques microbiologiques de ces échantillons ont été évaluées sur une période de temps en jours, en les conservant à des températures de 5,0 \pm 1,0 °C et 25 \pm 2,0 °C.

Les résultats obtenus ont révélé que le nombre total de bactéries viables (TVBC) a augmenté de manière significative depuis le début jusqu'à la fin de la période de stockage pour tous les types de beurre. Cette augmentation était particulièrement notable pour les échantillons conservés à une température de 25°C. En ce qui concerne les bactéries coliformes, leur augmentation était moins marquée que celle du TVBC, mais elle était plus significative dans les échantillons conservés à 25°C.

L'influence de la température de stockage était également perceptible dans les dénombrements de levures et de moisissures, de *Pseudomonas aeruginosa*, ainsi que de bactéries protéolytiques et lipolytiques. Cependant, il n'y avait pas de différence significative dans le dénombrement des bactéries lipolytiques entre les échantillons conservés à différentes températures.

En conclusion, cette étude a mis en évidence que la qualité microbiologique du beurre était principalement influencée par le processus de fabrication du beurre ainsi que par les conditions de stockage pendant la période de conservation.

3.4. QUALITE DU BEURRE ETHIOPIEN

Selon Gazu et al., (2018), une enquête approfondie a été réalisée pour évaluer la qualité physicochimique et microbiologique du beurre produit dans le district de Menz, en Éthiopie. Les

résultats obtenus ont révélé des variations significatives dans les caractéristiques du beurre. La teneur en humidité, par exemple, présentait des valeurs allant de 2,09 % à 83,96 %. En ce qui concerne les aspects microbiologiques, les dénombrements moyens pour différentes catégories de bactéries étaient les suivants :

- Échantillons provenant des agriculteurs :
 - Nombre total de bactéries mésophiles aérobies : une moyenne globale de $3,94 \times 10^0$ UFC/g.
 - Nombre total de coliformes : une moyenne globale de $2,66 \times 10^6$ UFC/g.
 - Levures et les moisissures : une moyenne globale de $1,83 \times 10^6$ UFC/g.
- Échantillons collectés auprès des commerçants :
 - Nombre total de bactéries mésophiles aérobies : une moyenne globale de $3,44 \times 10^9$ UFC/g.
 - Nombre total de coliformes : une moyenne globale de $3,03 \times 10^6$ UFC/g.
 - Levures et les moisissures : une moyenne globale de $1,31 \times 10^6$ UFC/g.
- Beurre fabriqué par les enquêteurs, les valeurs étaient les suivantes :
 - Nombre total de bactéries mésophiles aérobies : une moyenne globale de $3,26 \times 10^0$ UFC/g.
 - Nombre total de coliformes : une moyenne globale de $1,61 \times 10^6$ UFC/g.
 - Levures et les moisissures : une moyenne globale de $1,77 \times 10^0$ UFC/g.

Lorsque les échantillons ont été collectés à Tarmaber et Addis-Abeba, les valeurs étaient respectivement de :

- Nombre total de bactéries mésophiles aérobies : $4,19 \times 10^0$ UFC/g et $4,20 \times 10^9$ UFC/g.
- Nombre total de coliformes : $2,69 \times 10^6$ UFC/g et $2,10 \times 10^6$ UFC/g.
- Levures et les moisissures : $1,56 \times 10^6$ UFC/g et $1,45 \times 10^0$ UFC/g.

Les résultats globaux de cette étude ont mis en évidence des préoccupations majeures concernant l'hygiène et la qualité du processus de production et de transformation du beurre dans les zones d'étude, avec des niveaux de contamination microbiologique souvent supérieurs aux normes recommandées. Il a été conclu que le système de production traditionnel ne répondait pas aux normes de qualité requises.

PARTIE EXPERIMENTALE

Objectif de l'étude

Dans le but d'étudier le procédé artisanal de fabrication du beurre traditionnel et ses qualités bactériologiques et physico-chimiques, nous avons adopté une méthodologie qui s'articule sur trois volets :

- Le premier volet vise à définir les étapes de fabrication de ce beurre traditionnel par le biais d'une enquête de terrain dans la wilaya de BLIDA. Il s'agit de collecter un maximum d'informations auprès de crémiers spécialisés dans sa fabrication ;
- Le deuxième volet a été nécessaire pour déterminer la qualité bactériologique du beurre traditionnelle par réalisation d'analyses microbiologiques ;
- Un troisième volet consiste à réaliser des analyses physico-chimiques.

Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Blida se situe dans la partie nord du pays, dans la zone géographique du Tell central.

Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'Est par les wilayas de Bouverdres et de Bouira. La wilaya de Blida à 25 communes se répartissant sur 10 daïras (figure 7).

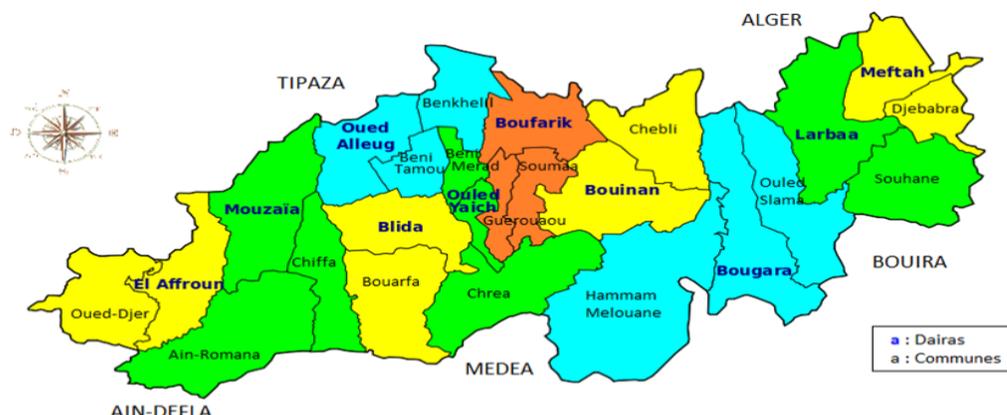


Figure n° 7 : Carte administrative de la Wilaya de BLIDA

Période de l'étude

La partie expérimentale de notre étude a été réalisée entre juin et septembre 2023.

PARTIE 1 : ENQUETE

1. MATERIEL ET METHODE

1.1. Matériels

- **Echantillons** : 20 crémeries ont été visitées de l'ensemble des crémeries de la wilaya de Blida couvrant 07 daïras. Le choix a été réalisé de façon aléatoire. La répartition des crémeries visitées dans les daïras de la wilaya de Blida est représentée dans le tableau 06 comme suit :

Tableau 06 : Nombre des crémeries visitées dans les daïras de la wilaya de Blida.

Daïra	Communes	Nombre de crémeries visitées
Daïra de Blida	Blida Bouarfa	03
Daïra de Boufarik	Boufarik Soumaa guerouaou	03
Daïra de Bougara	Bougara Hamam melouane Ouled slama	03
Daïra de Bouinan	Bouinan Chebli	02
Daïra de El Afroun	El affroun Oued djer	00
Daïra de Larbaa	Larbaa Souhane	02
Daïra de Meftah	Meftah djebabra	00
Daïra de Mouzaia	Mouzaia Chiffa Ain romana	02
Daïra de Oued Alleug	Oued alleug Benitamou benkhelil	03
Daïra de Ouled Yaich	Ouled yaich Chrea Beni mered	02
Total		20

- **Questionnaire**

Les informations ont été recueillies par le biais d'un questionnaire tiré à plusieurs exemplaires.

Le questionnaire est composé de 21 questions, réparties en 03 rubriques :

- Type de lait pour production du beurre
- Méthode de fabrication
- Hygiène

Le questionnaire a été strictement anonyme et a fait appel pour certaines questions au système des choix multiples (Annexe 1).

1.2. Méthodes

L'enquête a été réalisée par des rencontres directes avec les crémiers. Le questionnaire a été traduit sur place en arabe dialectal pour faciliter le dialogue avec les personnes enquêtées. Nous avons coché nous-mêmes la case correspondante à leurs choix pour leurs faciliter la tâche. Nous avons évalué certains paramètres surtout ceux de l'hygiène par observation des lieux. Les données recueillies, nous les avons classées selon les réponses obtenues.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Le traitement des questionnaires recueillis a montré les résultats suivants :

Rubrique 1 : Type de lait pour production du beurre Les résultats sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Type et quantité de lait utilisée

Paramètres recherchés	Réponses	
	n	%
Type de lait		
Lait de vache	20	100
Autres espèces (chèvre)	00	00
Lait pasteurisé en sachets	00	00
Quantité		
150 L	4	20
200L	1	5
250L	4	20
Niveau de remplissage (2/3 de la cuve)	11	55

Les résultats montrent que le lait de vache est le seul utilisé pour la production du beurre traditionnel et la quantité varie entre 150 et 200 litres aussi le niveau de remplissage de la cuve est au 2/3.

Rubrique 2 : Méthode de fabrication

Les résultats sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Les étapes de fabrication et prix de vente du beurre traditionnel.

Paramètres recherchés	Réponses	
	n	%
Lieu de fermentation		
Bidons	4	20
Cuve	16	80
Temps de fermentation et Température de fermentation		
08 h à 12h		
12h à 24h		
24h à 48h		
Type de fermentation		
Fermentation lactique	17	85
Ajout de substances (les ferments lactiques)	03	15
Temps, vitesse et lieu de barattage		
30 min à 45 min	20	100
Vitesse (500t/mn)	20	100
Barattage dans la cuve	20	100
Ajout de l'eau		
1. Oui	20	100
2. Non	00	
Ramassage du beurre		

A la main	00	00
Ustensile en bois	00	00
Ustensile en plastique	09	45
Ustensile en aluminium	11	55
Rinçage		
Eau du robinet	20	100
Malaxage		
Cuillère en bois	20	100
Conditionnement du beurre		
Papier beurre	03	15
Barquette et sac en plastique	16	80
En vrac et vente à la demande	01	5
Température de stockage		
4C°	20	100
Prix de vente de beurre		
1250DA	05	25
1300DA	06	30
1500DA	06	45

Les résultats révèlent que pratiquement toutes les crèmeries suivent les mêmes procédés dans la fabrication du beurre traditionnel. Le lieu de fermentation le plus répandu est la cuve. Son temps et sa température dépendent des saisons. En été le lait se fermente plus rapidement.

Toutes les crèmeries visitées ajoutent de l'eau du robinet lors du barattage. Le beurre est toujours ramassé par une louche araignée en aluminium ou une passoire en plastique ; puis rincé avec l'eau du robinet dans le but d'éliminer toutes les traces de babeurre et réduire l'acidité de lait. Selon toutes les crèmeries visitées, le beurre doit être malaxé avec une spatule ou une cuillère en bois, afin d'éliminer le reste de lben et pour obtenir une texture lisse et homogène.

Les figures suivantes illustrent les différentes étapes et le matériel utilisé dans les crémeries visitées.



Figure 8 : cuves de fermentations (photos personnelle / 2023)



Figure 9 : barattage mécanique de Rayeb (photo personnelle /2023).



Figure 10 : Ramassage du beurre avec une louche araignée (photo personnelle/ 2023).



Figure 11 : Rinçage avec l'eau de robinet (photo personnelle/ 2023).



Figure 12 : malaxage du beurre avec une spatule en bois (photo personnelle/ 2023).



Figure 13 : Barquette en plastique de conditionnement (photo personnelle/ 2023).

Rubrique 3 : Hygiène

Les résultats relatifs aux conditions d'hygiène lors de la fabrication du beurre traditionnel sont représentés dans le tableau 09.

Tableau 09 : conditions hygiéniques lors de la fabrication du beurre traditionnel.

Paramètres recherchés	Réponses	
	n	%
Lieu de fabrication		
Hors crèmerie	02	10
Arrière-boutique	18	90
Présence d'eau courante		
Oui	20	100
Non	00	00
Lavage bidon et cuve		
Oui	20	100
Non	00	00
Présence de faïences		
Oui	20	100
Non	00	00
Port de gants		
Oui	06	30
Non	14	70
Hygiène générale (Appréciation)		
Sale	00	
Propre	00	
Acceptable	20	100

Les résultats montrent que la majorité des crèmeries possède une arrière-boutique pour la production du beurre. Celles-ci sont toutes alimentées en eau courante ce qui leurs facilite le lavage des bidons et cuve avec du l'eau de robinet chaude avec l'utilisation des désinfectants. Aussi toutes les crèmeries sont pourvues de faïences. Le port de gants a été observé dans quelques crèmeries uniquement. L'hygiène générale est acceptable dans l'ensemble des crèmeries.

Les informations collectées lors de cette enquête, nous ont permis d'élaborer un schéma de production, comme illustré dans la Figure 14.

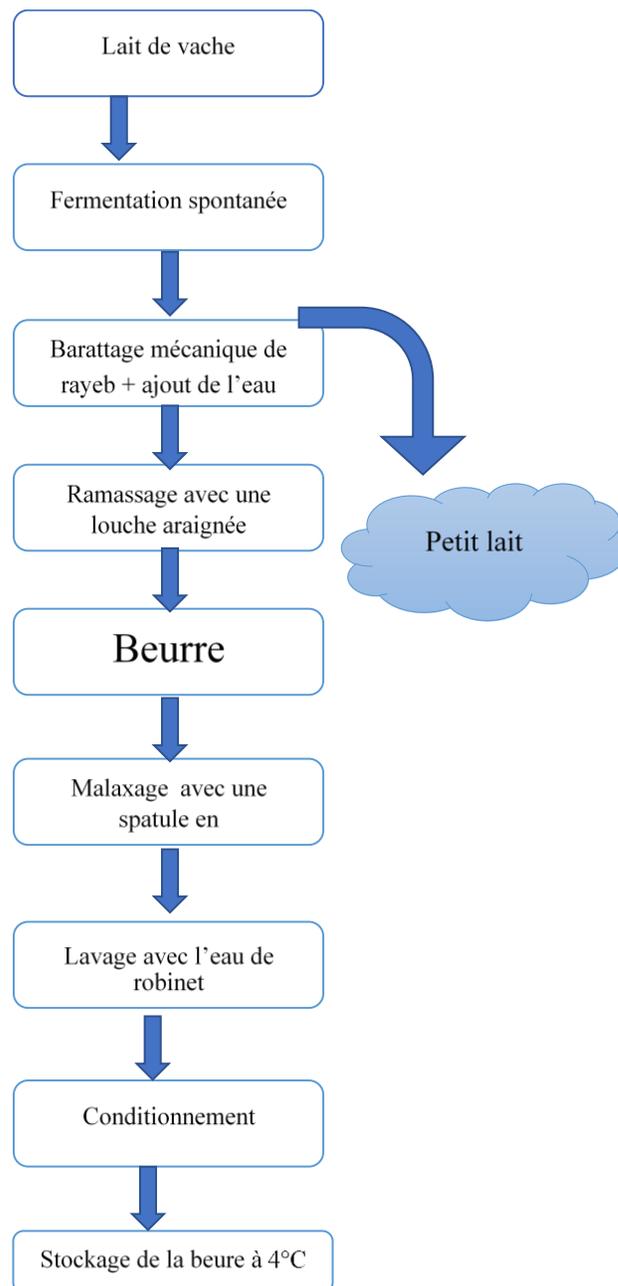


Figure 14 : Diagramme de fabrication de beurre traditionnelle

DISCUSSION

La matière première utilisée pour la fabrication du beurre traditionnel est le lait de vache. Bien que le lait de vache soit le plus couramment utilisé, il est important de noter qu'il n'est pas le seul choix disponible, et il n'est pas nécessairement le plus riche en nutriments. En fait, le lait de chèvre est de plus en plus plébiscité par un public de plus en plus informé, bien que ses avantages restent largement méconnus du grand public (Belkacemi et Fouchel, 2018).

Selon Aljaafreh et al. (2019), en Jordanie, le beurre traditionnel a été fabriqué à partir de yaourt. Le lait cru de brebis, de chèvre, ou des deux, est collecté, fermenté, puis baratté mécaniquement jusqu'à ce que des granulés de beurre se forment. En Tunisie, le beurre traditionnel (TTB), localement appelé "zebda beldi", est obtenu directement après fermentation spontanée du lait de vache ou de chèvre, suivi d'un barattage (Samet-Bali et al., 2009). En Turquie, le beurre peut être fabriqué à partir de yaourt ou de crème. Le beurre à base de yaourt est appelé "Yayik beurre". Il peut être préparé à partir de yaourt frais ou de yaourt conditionné dans la peau de chèvre pour éliminer le lactosérum. Le lait de chèvre, de brebis, ou de vache peut être utilisé pour fabriquer du yaourt (Sagdic et al., 2002).

Le lait est généralement livré froid dans des camions citernes, bien que certaines crémeries reçoivent le lait dans des bidons en plastique à température ambiante. Une fois livré, le lait est conditionné dans des tanks de réfrigération. Il convient de noter que, selon Baazize-Ammi et al. (2019), les laits provenant des crémeries ne conviennent pas à la consommation directe, ce qui est préoccupant car cela signifie que ces laits échappent à tout contrôle sanitaire et présentent un risque réel pour la santé.

La première étape consiste en une fermentation du lait dans la cuve pendant 24 à 48 heures, en fonction de la saison (plus rapide en été, entre 8 et 12 heures). La température de fermentation varie également en fonction des saisons, elle est ambiante en été et chauffée en hiver. Certaines crémeries laissent le lait coaguler de manière spontanée, tandis que d'autres ajoutent du lait tourné ou de l'Elben pour accélérer la fermentation (ferments lactiques), en particulier en hiver. Le lait fermenté, également appelé lait caillé ou Raib, est ensuite soumis à un barattage mécanique dans une baratte en métal non oxydable électrique, qui dure généralement entre 30 et 45 minutes. Parfois, ce processus peut être prolongé à cause du froid du lait caillé, et certaines crémeries ajoutent des réchauds sous les cuves pour réchauffer légèrement le Raib. La température de la cuve est essentielle, car si elle est trop froide, le beurre ne se forme pas, tandis qu'une température trop élevée risque de brûler le beurre. Ainsi, de l'eau chaude est ajoutée si la température est trop basse, et de l'eau froide si elle est trop

élevée, pour faciliter la formation du beurre. L'eau utilisée provient généralement du robinet, avec une proportion de 2 à 5 litres d'eau tiède ajoutés pour chaque 30 litres de Raib.

Pour le beurre de crème douce (standard), la température de barattage est sélectionnée en fonction de plusieurs facteurs tels que la fermeté de la matière grasse, la taille des globules gras, l'acidité, la richesse et la viscosité de la crème. Une température idéale est choisie pour permettre un barattage d'une durée de 40 à 60 minutes. Elle varie en moyenne de 7 à 10 °C au printemps et en été, et de 10 à 13 °C en automne et en hiver (Angers, 2010). Selon Benkerroum et Tamine (2004), les globules gras en surface, résultant du barattage, sont séparés à l'aide d'une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu est assez mou en raison de sa teneur élevée en eau. Pour améliorer sa durée de conservation, il est ensuite lavé avec de l'eau du robinet. Ce lavage permet de refroidir et de resserrer le grain de beurre, de diluer les gouttelettes de babeurre pour limiter la croissance de microorganismes indésirables. En général, on maintient une teneur minimale de 0,5 à 1% de nongras (Jeantet et *al.*, 2008). Le lavage est effectué avec de l'eau fraîche, dont la température est égale ou légèrement inférieure à celle du beurre.

Le malaxage vise à disperser uniformément l'air, l'eau, le sel et les composés aromatiques dans la masse butyrique, à expulser le gras liquide et les cristaux des globules gras endommagés lors du barattage, et à mélanger les grains de beurre pour obtenir la consistance et la texture souhaitées. Il permet également de fusionner les grains de beurre et de pulvériser la phase aqueuse en fines gouttelettes de moins de 5 micromètres de diamètre dans la matière grasse. Le malaxage se poursuit jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieur du beurre, (Angers, 2010). Après le malaxage, le beurre est refroidi pour faciliter son conditionnement. Il est ensuite emballé dans du papier beurre, vendues à la demande, souvent accompagnées d'Elben. Le beurre conditionné est conservé dans des réfrigérateurs à une température de +4 °C. Cependant, il est important de noter que des réactions de détérioration biochimique peuvent altérer l'odeur et le goût du beurre en cas de stockage prolongé (Nerin et *al.*, 2008).

Présentation de laboratoire d'analyses (lieu de stage)

Laboratoire répression des fraudes tutelle ministère du commerce **CACQE** situé à Beni-Mered

(Diar El Bahri), c'est un labo accrédité selon la norme ISO 17025 la version 2017 depuis le 13 juillet 2017 par **ALGERAC** Le laboratoire est composé de :

- Service administratif.
- Département d'analyses microbiologiques : salle de réception des échantillons ; salle de préparation des milieux de culture ; salle d'ensemencement ; salle d'incubation ; salle de repiquage ; la laverie ; salle de conservation des échantillons.
- Département d'analyses physico chimiques : section des analyses des produits d'origines animales ; section des analyses des produits d'origines végétales ; section des analyses des produits cosmétiques et corporelles ; section des analyses fines.

Le laboratoire dispose d'équipements lui permettant de réaliser de nombreuses analyses

- **Analyses physico-chimiques** : taux d'acidité ; humidité ; la qualité de matière grasse ; pourcentage de cendres ; ph ; matière sèche dissoute ; matière sèche ; chlore ;
- **Analyses microbiologiques** : Germes aérobies à 30°C ; Coliformes thermo-tolérants ; Coliformes totaux ; Staphylocoques ; Salmonella ; Escherichia coli

PARTIE 2 : ANALYSES BACTERIOLOGIQUE

Le principal **objectif** de cette partie est d'évaluer la qualité microbiologique (hygiénique et sanitaire) du beurre traditionnel.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Matériel

Echantillons

Un total de 20 échantillons de beurre traditionnel de 250 g a été examiné.

Matériel non biologique

Le matériel utilisé pour les analyses bactériologiques est présenté dans l'annexe 2

1.2. Méthodes

1.2.1. Méthode du prélèvement

- Les échantillons de beurre ont été achetés dans les crémeries où nous avons réalisé l'enquête dans les conditions où ils sont vendus au consommateur (papier beurre, sac en plastique ou barquette en plastique).
- Les prélèvements ont été placés dans une glacière contenant des poches de glaces.
- Acheminement rapide des prélèvements au laboratoire d'analyse pour une courte conservation au réfrigérateur à température comprise entre 0° et 5° C, jusqu'au moment de la préparation de la phase aqueuse.

1.2.2. Préparation des milieux de culture

Présenté dans l'annexe

1.2.3. Traitement des échantillons et préparation de la solution mère

- Peser 50g de beurre et mettre dans un pot stérile.
- Faire fondre dans un bain marie (Figure15).
- Récupérer la phase aqueuse.



Figure 15 : Préparation des échantillons (faire fondre le beurre dans le bain marie) (photo personnelle/ 2023).

1.2.4. Préparation des dilutions décimales

Préparer une série de tube étiqueté de 10^{-1} à 10^{-4} pour chaque échantillon contenant 9ml de diluant tryptone sel eau (TSE). A partir de la solution mère (SM) homogénéisé, une série de dilutions a été réalisée. La dilution au 1/10 ou 10^{-1} à partir de la SM, prélever 1 ml et déposer dans un tube à vis contenant 9 ml de TSE. À partir de la dilution 10^{-1} ,

Prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de TSE etc. jusqu'à la dilution 10^{-4} , homogénéiser chaque dilution, en prenant soin de changer la pipette entre chaque dilution (Figure 16).

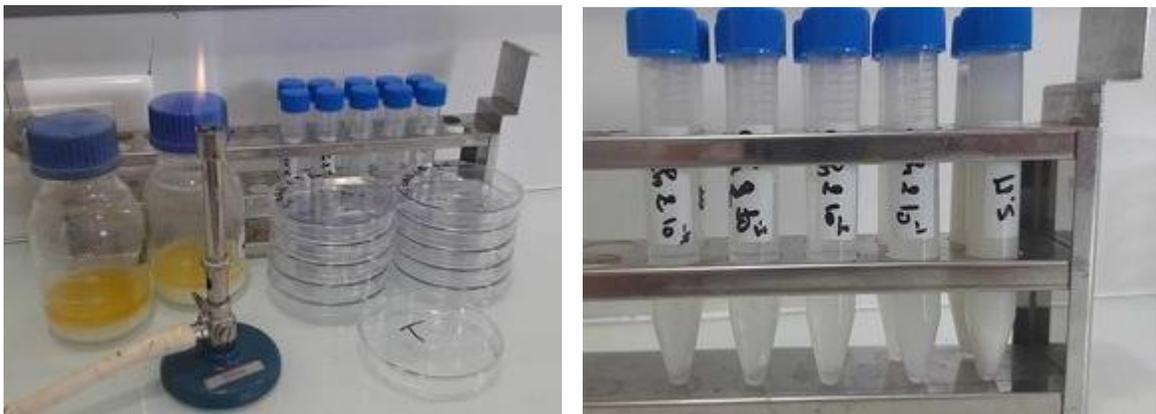


Figure 16 : Préparation des dilutions décimales (photo personnelle/ 2023).

1.2.5. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

A partir des dilutions décimales porter aseptiquement 1ml dans les boites de pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Ajouter environ 15ml de gélose VRBL (Figure 17) fondu

puis refroidir à 44±1°C. Homogénéiser la gélose et l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes sur paille. Incuber pendant 24 à 48h à 37°C.



Figure 17 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux (photo personnelle/ 2023).

Lecture :

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5mm de diamètre (Figure 18).



Figure 18 : Les colonies de coliformes (photo personnelle/ 2023).

Dénombrement : Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Applique la formule de calcul de suivante :

$$\text{Nombre de germes /ml} = \frac{\sum c}{V \cdot 1,1 \cdot d}$$

$\sum c$: somme totale des colonies comptées caractéristiques.

v : le volume de l'inoculum appliqué a chaque boite, en ml.

d : le taux de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

1.2.6. Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants

A partir de la solution mère et les dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} porter aseptiquement 1ml dans les boîtes de pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Ajouter environ 15ml de gélose VRBL fondu puis refroidir à $44 \pm 1^\circ\text{C}$. Homogénéiser la gélose et l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes sur paillasse. Incuber pendant 24 à 48h à 44°C . (Figure 19)



Figure 19 : Incubation des boîtes de pétri à 44°C (photo personnelle/ 2023).

Lecture

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5mm de diamètre (Figure 20).



Figure 20 : les colonies de coliformes thermo-tolérants (photo personnelle/ 2023).

Dénombrement

Ne dénombrer que les boîtes contenant pas plus de 150 colonies. Applique la même formule de calcul.

1.2.7. Recherche *Escherichia coli*

A partir de la solution mère porter aseptiquement 1ml dans les boites de pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Ajouter environ 15ml de gélose TBX fondu puis refroidir à 44+/-1°C.

Homogénéiser la gélose et l'inoculum. Laisser solidifier les boites sur paillasse. Incuber pendant 24 à 48h à 44°C.

Lecture

Les colonies caractéristiques présentent des colonies bleues à bleu vert (Figure 21).

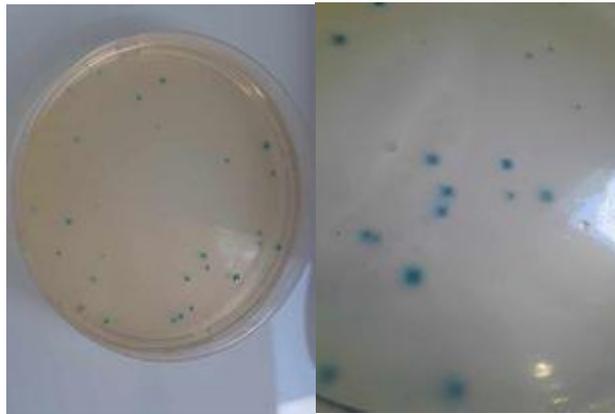


Figure 21 : Les colonies des *Escherichia coli* (photo personnelle/ 2023).

Dénombrement

Ne dénombrer que les boites contenant moins de 150 colonies caractéristiques et moins de 300 colonies au total, appliquer la même formule de calcul.

1.2.8. Recherche de *Staphylococcus aureus*

La recherche de *Staphylococcus aureus* se fait en 2 étapes :

1^{ère} étape enrichissement : L'enrichissement est réalisé en utilisant le bouillon Giolitti Cantoni, A partir de la solution mère porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube à vis stérile, ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement, bien mélanger le milieu et l'inoculum. Incuber à 37°C pendant 24 heures (Figure 22).



Figure 22 : étape d'enrichissement (photo personnelle/ 2023).

2eme étape isolement : sur gélose Chapman préalable fondue, coulée en boite de pétri et bien séchées les boites de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture et identification

- **Aspect morphologique** : les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune (Figure 23).



Figure 23 : les colonies de *Staphylococcus aureus* (photo personnelle/ 2023).

• **Test de la Catalase :**

Pour l'identification des *Staphylococcus aureus*, l'épreuve à la catalase est mise en évidence par contact de la culture avec une solution fraîche d'eau oxygénée à 10 volumes. Une goutte d'eau oxygénée est placée sur lame et un peu de culture en milieu solide est ajouté. La décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de la catalase est caractérisée par un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse ou de bulles (Figure 24).

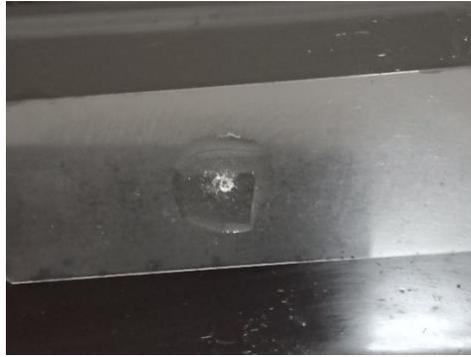


Figure 24 : Test de catalase positif (photo personnelle/ 2023).

- **Coloration de Gram - Réalisation du frottis**
 - Coloration par le violet de gentiane.
 - Fixation au lugol (solution iodo-iodurée).
 - Décoloration (rapide) à l'alcool (+acétone).
 - Recoloration à la fuchsine.
 - Lavez doucement à l'eau déminéralisée.
 - Séchez la lame
 - Observation au microscope optique : au grossissement (x40) pour voir le Gram ensuite au (x100) avec huile à immersion pour déterminer le type d'association (Figure 25)



Figure 25 : coloration de gram (photo personnelle/ 2023).

- **Coagulase**

L'épreuve de coagulase (positive ou négative) on ajoute une colonie à 1 ml de BHIB et incube les tubes à 37°C pendant 30min puis on ajoute à chaque tube 1ml plasma de lapin.

L'incubation se fait en 6 à 8 heures à 37°C. La formation d'un coagulum indique une coagulase positive (Figure 26)



Figure 26 : Test coagulas positive (photo personnelle/ 2023).

1.2.9. Recherche des salmonelles

Pré enrichissement : prendre 20 ml de la solution mère et on le met dans un flacon de 180 mL

EPT, L'incubation se fait en 24 heures à 37°C

Enrichissement : on ajoute 1 ml de l'EPT à 5 ml du MKTTn et 0,1 ml à 5 ml du RVS (Figure 27).
L'incubation se fait en 24 heures à 43°C.

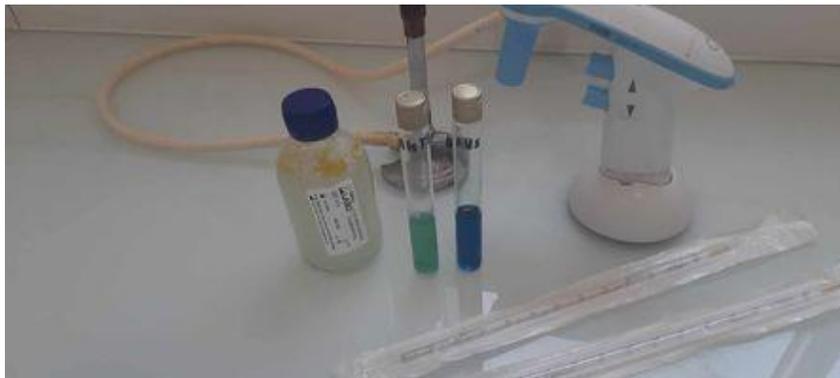


Figure 27 : Enrichissement des salmonelles (photo personnelle/ 2023).

Isolement : il se fait sur la gélose XLD et les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures (Figure 28).



Figure 28 : Isolement a la gélose XLD (photo personnelle/ 2023).

2. RESULTAS

Les résultats des analyses des 20 échantillons de beurre traditionnel sont rapportés dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Résultat d'analyses bactériologique des échantillons de beurre traditionnel.

Echantillon	Etude quantitative (Flore)		Etude qualitative (Pathogènes)		
	C. totaux	C. thermo	E.coli	S. aureus	Salmonelles
1	6x 10 ³	-	-	+	-
2	3,99 x 10 ⁴	-	-	+	-
3	-	-	-	+	-
4	-	-	-	+	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	2,32 x10 ³	1 x 10 ²	+	-	-
9	4,49 x10 ⁴	1,56 x 10 ²	+	-	-
10	1,4 x10 ³	3,33 x 10 ¹	+	-	-
11	4,2 x10 ³	2,43 x 10 ¹	+	-	-
12	3,99x10 ⁴	2 x 10 ²	+	+	-
13	-	2 x 10 ¹	+	+	-
14	2,99x10 ⁴	3,4 x 10 ¹	+	+	-
15	4x10 ³	2,98 x 10 ²	+	-	-
16	1,98x10 ³	-	-	+	-
17	-	-	-	-	-
18	2,65x10 ³	-	-	-	-
19	4,67x10 ³	-	-	+	-
20	-	-	-	+	-

(-): Absence; (+): présence

Ces résultats ont été traités et rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : récapitulatif des analyses.

Micro-organismes	Moyenne charge microbienne	Taux de contamination (%)
Coliformes totaux	$1,87 \times 10^4$	60
Coliformes thermotolérants	$1,65 \times 10^2$	40
<i>Staphylococcus aureus</i>		50
<i>Salmonella</i>		00
<i>Echerichia coli</i>		40

3. DISCUSSION

L'évaluation de la qualité hygiénique ; d'après les résultats obtenus on note la présence de coliformes totaux dans 12/20 échantillons de beurre avec une moyenne de $1,87 \times 10^4$ UFC/g et la présence de Coliformes thermo-tolérants dans 8/20 échantillons de beurre avec une moyenne de $1,65 \times 10^2$ UFC/g.

La présence des coliformes est dû aux mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite (Magnusson et al., 2007). Cependant, les coliformes thermo-tolérants peuvent servir comme indicateurs à la présence possible de contaminations fécales. Leur recherche et leur dénombrement permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (Vignola, 2002). Richard (1983) a étudié l'origine de la contamination par les coliformes (particulièrement par *Escherichia coli*) sur des laits de mauvaise qualité bactériologique dans lesquels la teneur en coliformes peut être beaucoup plus élevée. D'après cet auteur, les principaux vecteurs sont, la peau des trayons souillés par les fèces et le matériel où à une contamination par l'eau utilisée pour les différentes opérations de nettoyage (Heuchel et Meffe, 2002).

Certains travaux au niveau national ont rapporté des résultats qui confortent les nôtres ou qui sont différents. Selon l'étude de Djafri et Djaou (2020) sur du beurre salé, ils ont rapporté une contamination moyenne avec les coliformes totaux de $9,04 \times 10^2$ UFC/g alors qu'il y avait absence totale des coliformes thermotolérants. Sagdic et al. (2004) et Samet-Bali et al. (2010) ont montré une absence totale des coliformes dans tous les échantillons analysés, cela a été justifié par l'activité acidifiante des bactéries lactiques qui inhibe la croissance des germes pathogènes.

Pour l'évaluation de la qualité sanitaire, les résultats obtenus ont montré la présence des *Escherichia coli* dans 40% des échantillons, *Staphylococcus aureus* dans 50%, et l'absence de *Salmonella*.

Selon Brisabois et al. (1997) et Heuchel et Meffe, (2002) En dehors de la source fécale, la contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire (cas d'infection à *E. coli*) de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel).

Il est connu qu'*Escherichia coli* est un commensal normal de l'intestin humain et animal et sa présence peut révéler le risque de présence d'une autre entérobactérie pathogène et/ou toxigène dans l'échantillon, ce qui pourrait constituer un danger potentiel pour la santé publique (Brisabois et al., 1997 ; Soomro et al., 2002 ; Chye et al., 2004). Donc, l'existence d'*E. coli* est un indicateur de mauvaises pratiques d'hygiène et sanitaires durant les préparations du beurre (Chye et al., 2004).

Selon Vignola (2002), la recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires. Généralement les *Staphylococcus aureus* peuvent avoir accès au lait par une excrétion directe de la mamelle infectée ou par l'environnement de traite (Brisabois et al., 1997). Ces Staphylocoques sont reconnus comme l'agent causal des mammites dans l'élevage bovin (Chye et al, 2004). Cependant nos résultats ont révélé l'absence totale des *Salmonella*.

L'étude de Djafri et Djaou (2020) a montré une absence totale des pathogènes à savoir les staphylocoques et *Salmonella* dans les échantillons de beurre analysés.

Certains auteurs avancent que la faible présence ou l'absence de la flore pathogène peut être expliqué par le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques (Alais, 1984) et que les salmonelles ne résistent pas à un pH situé entre 4,6 et 4,8 (Poueme, 2006).

PARTIE 3 : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

1. MATIRIEL ET METHODE

1.1. Matériel

• Echantillons

09 échantillons de beurre traditionnel ont été analysés parmi le 20 prélevés.

• Matériel non biologique

Le matériel et appareillages utilisés dans la présente étude sont rapportés dans l'annexe 3.

1.2. Méthodes

1.2.1. Méthode de détermination de la teneur en impuretés insolubles dans les corps gras

- Peser, environ 20 g de l'échantillon pour essai dans la fiole conique.
- Sécher le papier-filtre dans l'étuve réglée à 103°C. Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser.
- Ajouter 200 ml de n-hexane ou éther de pétrole dans la fiole contenant la prise d'essai, boucher la fiole et agiter.
- Laisser reposer à une température voisine de 20°C durant environ 30 min.
- Filtrer sur le papier-filtre placé dans un entonnoir en utilisant, si nécessaire, une légère aspiration.
- Laver le papier-filtre en versant de petites portions du même solvant pour que le dernier filtrat soit exempt de matières grasses. Chauffer le solvant, si nécessaire, jusqu'à une température maximale de 60°C afin de dissoudre toutes les matières grasses solidifiées sur le filtre.
- Retirer le papier-filtre de l'entonnoir, le disposer dans le vase, laissé s'évaporer à l'air la majeure partie du solvant restant sur le filtre et terminer l'évaporation dans l'étuve réglée à 103°C. Retirer de l'étuve, fermer le vase avec son couvercle : laisser refroidir dans le dessiccateur et peser. (Figure 29)

La teneur en impuretés insolubles, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$W = ((m2 - m1) / m0) \times 100$$

m_0 : est la masse, en grammes, de la prise d'essai m_1 : est la masse, en grammes, du vase et de son couvercle et du papier-filtre ou du creuset filtrant m_2 : est la masse, en grammes, du vase et de son couvercle et du papier-filtre contenant le résidu sec ou du creuset filtrant et du résidu sec



Figure 29 : Détermination de la teneur en impuretés insolubles (photo personnelle/ 2023).

1.2.2. Détermination de l'indice de peroxyde

- Peser, à 0,01g près, environ 10 g de l'échantillon pour essai dans la fiole conique.
- Ajouter 10ml du chloroforme. Dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant.
- Ajouter 15ml de l'acide acétique, puis 1ml de la solution d'iodure de potassium.
- Boucher le flacon, l'agiter durant 1 minute et le laisser durant 5 minutes exactement, à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15 et 25°C.
- Ajouter environ 75ml d'eau. En agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes de l'empois d'amidon comme indicateur, titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium, en utilisant la solution 0.002N pour les indices présumés inférieurs ou égaux à 12 et la solution 0.01N pour les indices présumés supérieurs à 12. (Figure30)
- Parallèlement à la détermination, effectuer un essai à blanc. Si le résultat de l'essai à blanc dépasse 0.1ml de solution de thiosulfate de sodium 0.1 N, remplacer les réactifs impurs.

- L'indice de peroxyde, exprimé en milliéquivalents oxygène actif par kilogramme d'échantillon, est égal à : $((V1-Vo) / m) \times T \times 1000$

V_0 : Est le volume, en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium, utilisé pour l'essai à blanc

V_1 : Est le volume, en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium, utilisé pour la détermination

T : Est la normalité de la solution de thiosulfate de sodium, utilisée, Est la masse en gramme, de la prise d'essai

m : est la masse en gramme de la prise d'essai



Figure 30 : Détermination de l'indice de peroxyde (photo personnelle/ 2023).

1.2.3. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles

- Peser environ 5 g de l'échantillon pour essai, dans le vase préalablement séché et taré.
- Maintenir le vase contenant la prise d'essai durant 1h dans l'étuve réglée à 103°C.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante et peser.
- Répéter les opérations de chauffage, de refroidissement et de pesée, mais avec des séjours successifs dans l'étuve de 30 min chacun, jusqu'à ce que la perte de masse entre deux pesées successives ne dépasse pas 2 ou 4 mg selon la masse de la prise d'essai. (Figure31)

La teneur en eau et en matières volatiles, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$(m-m_2 / m-m_0) \times 100$$

m : est la masse, en grammes, de la capsule et du thermomètre ou du vase en verre m_1 : est la masse en grammes, de la capsule, du thermomètre et de la prise d'essai, ou du vase de la prise d'essai, avant chauffage.

m_2 : est la masse en grammes, de la capsule du thermomètre et du résidu, ou du vase et du résidu, après chauffage.



Figure 31 : Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles (photo personnelle/ 2023).

1.2.4. Détermination de la teneur en sel

- Peser une prise d'essai de 4,5 g à 5,5 g soit directement dans la fiole de titrage, soit sur un morceau de papier sulfurisé qui est transféré avec la prise d'essai dans la fiole de titrage.
- Ajouter 100 ml d'eau bouillante ou bien 100 ml d'eau froide et chauffer jusqu'à ébullition. Mélanger le contenu du récipient. (Figure 32)
- Le titrage peut être effectué sur la solution chaude ou après refroidissement à une température d'environ 50 °C, pour éviter la coagulation de la matière grasse du beurre qui influence la couleur orange.
- Ajouter 2.0 ml de solution d'indicateur au chromate de potassium En remuant, titrer la solution avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'obtention d'une couleur orange persistant pendant 30 s.
- Noter le volume de nitrate d'argent utilisé, en millilitres.
- Effectuer un essai à blanc, en utilisant tous les réactifs mais en omettant la prise d'essai

La teneur en sel du beurre, w , exprimée en pourcentage en masse, à l'aide de l'équation suivante : **$W = 5.844 C_s (V_s - V_o) / m\%$**

V_s : est la valeur numérique du volume, en millilitres, de solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de la prise d'essai.

V_o : est la valeur numérique du volume, en millilitres, de solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'essai à blanc.

C_s : est la valeur numérique de la concentration de la solution de nitrate d'argent, en moles par litre. m : est la valeur numérique de la masse, en grammes, de la prise d'essai.

5,844 : est la masse de NaCl équivalente à 1 ml de solution volumétrique titrée, $c(\text{AgNO}_3) = 1 \text{ mol/l}$, divisée par le facteur 10 [obtenu en divisant 100 (%) par 1 000 (ml)].



Figure 32 : Ajoute de 100 ml d'eau bouillante (photo personnelle/ 2023).

1.2.5. Détermination du pH

- Prendre environ 50 g de l'échantillon.
- Séparer la phase aqueuse du beurre en plaçant le tube dans le bain d'eau réglé à 65 °C pendant 3 min à 5 min.
- Centrifuger 5 min avec une accélération radiale relative d'environ 375 g. ○ Refroidir le tube dans de l'eau glacée jusqu'à congélation complète de la matière grasse.
- Transvaser la phase aqueuse (comprenant les protéines) dans un tube à essai, et la porter à la température de mesure.
- Introduire les électrodes dans la phase aqueuse à la température de mesure. Effectuer la détermination en utilisant le mode opératoire approprié au pH-mètre utilisé. Lorsque la lecture devient constante, lire les pH directement, à 0,01 unité de pH près, sur l'échelle de l'instrument (figure 34).



Figure 34 : La détermination du Ph pare le pH mètre (photo personnelle/ 2023).

De l'acidité

- Peser 20 g de l'échantillon dans la fiole conique
- Dissoudre la prise d'essai dans 50 à 150 ml du mélange oxyde diéthylique / éthanol préalablement neutralisé.
- Titrer, en agitant avec la solution d'hydroxyde de potassium à 0,1 mol/l (3.3.2) jusqu'à virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant durant au moins 10 secondes).
- Si la solution devient trouble pendant le titrage, ajouter une quantité suffisante du mélange de solvants pour donner une solution claire. (Figure 34)

L'acidité exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$(V \times C \times M) / 10 m$$

V : est le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée

C : est la concentration exacte en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé

M : est la masse molaire, en grammes par mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat m : est la masse en grammes de la prise d'essai.



Figure 34 : Détermination de l'acidité (photo personnelle/ 2023).

RESULTATS

Les résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons du beurre traditionnel sont rapportés dans le tableau suivant (Tableau 12).

Tableau 12 : Résultat d'analyses physico-chimique des échantillons de beurre traditionnel.

Ech	Paramètres						
	Hum (%)	Mg (%)	NaCL (%)	IP (Meq /kg)	Acidité (%)	Impureté (%)	pH
1	27.30	86.93	0.003	0.46	1.75	3.77	4.81
2	24.79	70.41	0.02	0.11	1.23	3.25	4.80
3	14.53	80.82	0.003	0.43	1.85	3.57	4.65
4	37.68	58.06	0.005	0.62	3.81	4.26	5.01
5	17.09	84.40	0.001	0.40	0.69	5.45	4.87
6	12.96	75.03	0.007	0.36	1.34	3.45	4.67
7	17.39	81.32	0.006	0.04	1.23	2	4.56
8	27.22	71.65	0.002	1.56	1.75	3.98	4.87
9	25.05	71.3	0.001	0.43	4.76	3.65	4.33
Moy	22.66	75.54	0.005	0.49	0.96	3.70	4.73

DISCUSSION

Selon le JORA (1998), le "beurre" est le produit émulsionné défini à l'article 2 présentant pour 100 grammes de produit fini, 82 grammes de matière grasse laitière au minimum, 2 grammes de matière sèche non grasse au maximum et 16 grammes d'eau au maximum.

L'indice de peroxyde dans les beurres est fixé au maximum 0,5 milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse (0,5 meq d'O₂ actif/Kg de matière grasse) et la teneur en acide gras libre est fixée à 0.35% au maximum.

Dans la présente étude, les résultats ont montré une humidité moyenne pour les 9 échantillons de 22,60 % supérieur aux limites établies par les normes algériennes retenues pour ce type de produit. Ces taux élevés d'humidité dans le beurre pourraient être attribués à de nombreux facteurs dont l'obtention au barattage du beurre en gros grains car, inévitablement une certaine quantité de babeurre y reste emprisonnée et ne peut être évacuée complètement. Il en est de même lorsque la température de barattage est trop élevée, le beurre obtenu est tellement mou qu'il forme une masse semi-fluide se séparant difficilement du babeurre et retenant de ce fait une forte proportion de ce dernier (Vaillant, 1930). Cette forte teneur a une incidence sur la qualité à la fois microbiologique et organoleptique du beurre étant donné que l'activité de l'eau joue un rôle capital dans le développement des microorganismes et d'autre part elle intervient dans le processus d'oxydation car, selon Alais et Linden, (1997), elle favorise l'action catalytique des métaux et la nature et le degré de dispersion des lipides.

La moyenne de matière grasse des 9 échantillons de beurre analysés était de 75,45 %. Ce taux est inférieur aux limites établies par les normes algériennes retenues pour ce type de produit. Les taux butyrique et protéique sont variables selon la race, l'âge, le stade de lactation, le nombre de traites, le climat, la saison et les critères génétiques (Pougheon, 2001.)

Le taux moyen de NaCl pour les échantillons analysés est de 0,005% c'est ce qui confirme son appellation de beurre sans sel (Zebeda El messousa).

L'indice de peroxyde moyen pour les échantillons de beurre analysés est de 0,49%. Cette valeur est conforme aux normes algériennes retenues pour ce type de produit.

L'indice de peroxyde est une détermination utile pour prévoir le comportement futur d'un corps gras stocké à température peu élevée. C'est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour

apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (Perrin, 1992). Il indique en fait la quantité d'AG déjà rance (Delmi Bouras, 2004).

Selon Hsieh et Kinsella (1989), les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux.

Il s'agit d'une part de facteurs intrinsèques tels que la composition en résidus d'acides gras des lipides (nombre et position d'insaturations), la présence de pro-oxydant (Ions métalliques, hèmes, enzymes) ou d'antioxydant naturels (tocophérol, caroténoïde). D'autre part des facteurs extrinsèques sont la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau. L'oxydation des lipides a évolué au cours de la période de stockage cette évolution est probablement due à la dégradation des lipides ce qui cause une augmentation de la teneur des peroxyde et malonaldéhyde.

L'acidité moyenne est de 0,96 % ; taux supérieur aux limites établies par les normes algériennes. L'indice d'acide est le reflet du contenu en acides gras libres notamment à courte chaînes, c'est-à-dire, le reflet de la lipolyse. Celle-ci est favorisée par l'humidité, la température de 10°C, et la présence de lipases. Cela peut être expliqué par le fait que les réactions d'acidification sont activées par les bactéries lactiques et par conséquent la transformation du lactose en acide lactique. D'autres facteurs provoquent cette diminution, tels que la qualité de l'eau utilisée (pH de l'eau) dans la production. Selon Amiot et al. (2002) la diminution de pH est due à la forte concentration en acides gras organiques synthétisés par la flore lactique au cours de la fermentation.

L'impureté moyenne trouvée est de 3,70 % ; taux supérieur aux limites établies par les normes algériennes retenues pour ce type de produit.

CONCLUSION

Au terme de ce modeste travail est que peut être préliminaire à d'autres travaux approfondis sur le sujet, il en ressort :

L'ENQUETE a fait ressortir La méthode de fabrication du beurre traditionnel et pratiquement la même dans toutes les crèmeries visitées. Généralement le lait utilisé est le lait de vache, la fermentation est due à la flore originelle du lait, dépend d'un temps et d'une température variable selon les saisons, le barattage est mécanique alors que le malaxage est manuel.

La **qualité physico chimique** des échantillons du beurre traditionnel analysés a montré nombreuses variations pour les différents paramètres à savoir : une acidité, une humidité et indice peroxydes élevés. Alors que la matière grasse et la matière sèche non grasse étaient basses pour la plupart des échantillons Dans son ensembles le beurre traditionnel ne répond pas aux normes règlementaires.

Quant à la **qualité microbiologique**, les résultats reflètent le manque d'hygiène, dans les lieux de transformation et probablement sur les lieux de vente sans oublier la qualité du lait matière première de production du beurre.

Pour une meilleure qualité hygiénique du beurre traditionnel, il est impératif de respecter le modèle dynamique des 5M (Milieu, Matière première, Matériel, Main d'œuvre et Méthode) de la production à la vente.

Références bibliographies

- ABOUTAYEB R., (2009) Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- Alais C., Linden G. et Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire, Dunod 6eme édition. Paris. pp:86-88.
- AMIOT J., PAUL P., FOURNIER S., REBEUF Y., SIMPSON R. 2010. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Dans : VINGOLE C.L. Science et technologie du lait, transformation du lait, n°1, p. 1-73.
- ANGERS P. 2010. Beurre et fractions de matière grasse laitière. Dans : VIGNOLA C.L. Science et
- ANGERS P. 2010. Beurre et fractions de matière grasse laitière. Dans : VIGNOLA C.L. Science et Technologie du Lait. Fondation de technologie laitière, Presses internationales polytechnique : Québec, p.323-347.
- Apfelbaum M. Romon M. Dubus M. (2009). Diététique et nutrition. Ed. Masson (7^{ème} édition). P 510.
- Arrêté du 23 janvier (2005). Rendant obligatoire une méthode de recherche des salmonella dans le lait et les produits laitiers
- Baaziz-Ammi, D., Gharbi, I., Dechicha, A.S., Kebbal, S., Guetarni, D., 2019. Qualité bactériologique et sanitaire du lait cru de bovins des circuits direct et indirect dans la région centre de l'Algérie. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires 7.
- Bauman D.E., Griinari J.M., 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. Ann. Rev. Nutr.,23, 203-227.
- Belkacemi, D., Fouchel, N., 2018. L'alimentation et la qualité physico-chimique de lait cru de chèvre dans la wilaya de Tizi-Ouzou. In. Université Mouloud Mammeri, City.
- 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*. 12:54.
- Boubezari M.T, (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Thèse de magister en médecine vétérinaire. Université de Mentouri de Constantine, 15, 16.
- Boutonnier J.L., 2007. Matière grasse laitière – crème et beurre standard. *Techniques De. L'ingénieur*, P. 1-16.
- Bragere, H. (1996). Le lait, cours d'HIDAOA. École nationale vétérinaire de Toulouse.
- Codex Alimentarius, 1971. Codex STAN 279-1971, Norme Codex pour le beurre, p 01.
- Codex Alimentarius, 1995. Codex STAN 193 (1995), Norme générale Codex pour le beurre, p 01.
- codex alimentarius, 1999. codex stan 206 (1999), norme générale codex pour l'utilisation de terme de laiterie, p 01.
- Codex Alimentarius, 1999. Codex STAN 206 (1999), Norme générale Codex pour l'utilisation de terme de laiterie, p 01.
- Collomb M. et Spahni M., (1995). Revue des méthodes de dosage des acides gras libres dans le lait et les produits laitiers, Academic Press Limited, 355.
- Couvreur S et Hurtaud C., (2007). Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctionset facteurs de variation. *INTRA. Prod. Anim.*, 20, 369-382.
- Debry G., (2001). Lait nutrition et santé. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 6-26, 30, 566.
- EL Khaloui M., Rahmani M., Hachimi L. et Zahar M., (2004). Adulteration du beurre par la margarine. *Actes Edition. Rabat*, 159-164.
- Fredot E., (2006) : *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*, Tec et. Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

- Goursaud, J. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Éditions Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- Grappin, R., Pochet, S. (1999). Le lait, P 3 – 22.
- Heid H.W., Keenan. T.W., 2005. Intracellular origin and secretion of milk fat globules. Eur. J.Cell Biol., 84, 245-258.
- J.O.R. A, n°54(2013). Arrêté du 16 août 2012 rendant obligatoire une méthode de détermination de la teneur en matière sèche dans le lait, la crème et le lait concentré non sucré.
- J.O.R. A, n°58(2015). Arrêté du 18 octobre 2015 rendant obligatoire la méthode de détermination préparation de l'échantillon pour essai en vue de l'analyse physique et chimique du lait.
- J.O.R. A, n°70(2014). Arrêté du 17 décembre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le lait.
- J.O.R.A n° 03 (2006). Arrêté du 25 septembre 2005 rendant obligatoire une méthode de recherche de *Listeria monocytogenes* dans le lait et les produits laitiers.
- J.O.R.A. (1998). Arrêté interministériel. 27/10/1998. Relatif aux spécifications des produits laitiers industriels et les conditions et modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation.
- J.O.R.A. n° 39, 2017. Arrête interministériel du 4 Octobre 2016.
- J.O.R.A. n°69, (1993). Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation. P. 16.
- J.O.R.A. n°70 (2004). Arrêté du 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de contrôle microbiologique pour le lait pasteurisé.
- J.O.R.A.N°35, (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.
- Jeantet, R., Croyennec, T., Mahant, M., Schuck, P. et Brulé, G. (2008). Les produits

- Jenness, R. (1988). Composition of milk. In *Fundamentals of dairy chemistry* (pp. 1-38). Springer, Boston, MA.
- Jensen R.G., 2002. Invited review: the composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 85, 295-350.
- laitiers. Editions Tec et Doc, Paris.
- laits De la mamelle a la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition :Technologie et documentation- Lavoisier. Paris, 139p.
- LARPENT J.P., 1997, *Microbiologie alimentaire techniques de laboratoire*, Ed. Paris, p : 862.
- Lubin D. (1998) *Lait de consommation et les produits laitiers dans la nutrition humaine* In.Collection FAO. Luppian J.p.113.
- Luquet FM.(1985). *Laits et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les* ○
 Mathieu, J. (1998). *Initiation à la physicochimie du lait*. Éditions Tech et doc, Paris.
- Michalski M.C., Briard V., Michel F., 2001. Optical parameters of milk fat globule for laser light scattering measurements. *Lait*, 81, 787-796.
- Mulder H., Walstra P., 1974. *The milk fat globule. Emulsion science as applied to milk products and comparable foods*. Technical Communication, Commonwealth Bureau of Dairy Science and Technology, 4, 296p.
- Nozière P., Graulet B., Lucas A., Martin B.,Grolier P., Doreau M., 2006. Carotenoids for ruminants: from forages to dairy products. *Anim.Fd Sci. Technol.*, 131, 418-450.
- Pougheon, S. et Goursaud, J. (2001). *Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques in lait nutrition et santé*. Éditions Lavoisier, Paris.
- Ramet, J.P *La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen (Étude FAO)*. *Production et Santé Animales (No 48)* (1985), pp. 1-187.
- Règlement (CE) n° 454/95 de la Commission, du 28 février 1995, portant modalités d'application des interventions sur le marché du beurre et de la crème de lait.

- Samet-Bali O., Ayadi M.A. et Attia H., 2009, Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics, 42 (2009), pp. 899–905.
- Technologie du Lait. Fondation de technologie laitière, Presses internationales polytechnique : Québec, p.323-347.
- Vignola. C. L. (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Edition: Presses inter Polytechnique. Canada. 600 p.
- Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellena A., Van Boekel M.A.J.S., 1999. Butter. In: Dairy technology. Principles of milk properties and processes. Dekker Marcel (Ed), NewYork Basel, USA, 485-515.

ANNEXE 01 : Questionnaire

Questionnaire fabrication Beurre traditionnel

Date :

N° Crèmerie et échantillon :.....

Commune et Daira :.....

Wilaya :.....

Type de lait pour production de Beurre	Lait de Vache		
	Lait en sachets		
	Mélange		
Quantité de lait de lait utilisée	En litre		
	Niveau de remplissage		
Lieu de fermentation	Bidons		
	Cuve (baratte)		
	Autre		
Temps de fermentation			
Température de fermentation	Ambiante	chauffé	
Type de fermentation	Sans rien ajouter (lactique)		
	Ajout d'autre chose	Présure	
		Ferments	
		Autres	
Barattage	Le temps		
	Vitesse		
	Lieu de barattage	Bidons	
		cuve	
Ajout de l'eau et pourquoi ?	Oui	Quantité	
		Eau du robinet	
		Eau traité	

	Non	
	Pourquoi	
Ramassage	A la main	
	Ustensile lequel ?	
	Nature (Bois, plastique, alu) :	
Rinçage	Oui	Non
	Nature de l'eau :	
Malaxage	Oui	Non
	Avec quoi ??	
	Pourquoi ??	
Conditionnement	Papier beurre	
	Barquette en plastique ou autre	
	Quantité conditionnée	
	En vrac et vente à la demande	
Température de stockage		
Le prix de 1Kg		
Appréciation de l'Hygiène		
Fabrication se passe ailleurs	Oui	où
Fabrication arrière-boutique	Dans le lieu de vente	
Présence d'eau courante **	Oui	Non
Lavage des bidons et cuve	Eau de robinet (rinçage)	Eau chaude
	Désinfectants :	
Présence de faïences **	Oui	Non
Hygiène générale (Appréciation)**	Murs	
	Sol	
Utilisation de gants **		

ANNEXE 02 : Matériel d'analyses microbiologique

Milieux de cultures :

- Tryptone sel eau
- TSE
- Violet red bile lactose agar VRBL
- Bouillon giollitté cantoni
- Tellurit de potasum
- BHIB
- Plasma de lapin
- Chapman
- EPT
- MKTTn
- RVS
- XLD
- TBX

Matériel :

- Balance
- Etuves
- Boites pétries
- Pipette graduée
- Pipette pasteur
- Anse de platine
- Tubes stériles
- Flacons stériles
- Bain marie
- Microscope

ANNEXE 03 : Matériel d'analyses physico-chimiques

Produits chimiques :

- Éther diéthylique 95%
- Acide acétique glacial
(100ml)
- Éthanol
- KIO₃ iodure de potassium
- N-exhan
- Chloroforme
- Acide acétique
- Iodure de potassium