



République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة زيان عاشور - الجلفة  
Université Ziane Achour – Djelfa  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم العلوم الفلاحية و البيطرية  
Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires



## Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème :

« Contribution à la détermination et à l'étude des indicateurs de la qualité du beurre éclairé (s'men artisanal) produit dans la région de Djelfa.

Présenté par :

SAADAT RABAB

Devant le jury composé de :

Président :	AZZOUZ M.	U .Z .A . Djelfa
Promoteur :	KACIMI ELHASSANI MOHAMED	U .Z .A . Djelfa
Examineur1 :	LAHRECHE T.	U .Z .A . Djelfa

Année universitaire : 2023 /2024

## ملخص

تهدف الدراسة لتقييم مؤشرات جودة مادة السمن المنتجة والمستهلكة في منطقة الجلفة. يعتبر السمن أحد منتجات الألبان التي تُصنعت غالبًا بطريقة تقليدية وتستخدم لأغراض الطهي والعلاج. أظهر التحليل الفيزيائي والكيميائي أن العينات التي تم تحليلها تخضع لمعايير الجودة و النوعية. كما أظهر التحليل الكيميائي لطيف الأحماض الدهنية باستخدام تقنية الاستشراب اللوني المشفوعة بمطيافية الكتلة وجود حمض البالميتيك وحمض الأوليك كأحماض دهنية رئيسية.

الكلمات المفتاحية: سمن، التحليل الفيزيائي والكيميائي، مؤشرات الجودة، GC-MS، الأحماض الدهنية.

## Abstract

This study aims to evaluate the quality ghee produced and consumed in the region of Djelfa. Ghee is a local dairy product, often made in an artisanal way and used for culinary and therapeutic purposes. The physico-chemical analysis showed that the studied samples complied with the regulations. The chemical analysis by GC-MS of the fatty acid profile revealed the presence of palmitic acid and oleic acid as main fatty acids components.

Keywords: S'men, ghee, physico-chemical analysis, quality indicators, GC-MS, fatty acids.

## Résumé

La présente étude a pour objectif d'étudier les indicateurs de qualité du beurre éclairé produit et consommé dans la région de Djelfa. Le beurre éclairé est un produit laitier de terroir, fabriqué souvent de manière artisanal et utilisé à des fins culinaires et thérapeutiques. L'analyse physico-chimique a montré que les échantillons analysés étaient conformes à la réglementation en vigueur. L'analyse chimique par GC-MS du profil en acides gras a révélé la présence d'acide palmitique et d'acide oléique comme acides gras majoritaires.

Mots-clés : S'men, Beurre éclairé, analyse physico-chimique, indicateurs de qualité, GC-MS, acides gras.

## **Remerciements :**

J'adresse mes vifs remerciements à mes parents et à ma famille.

Je tiens aussi à remercier mon promoteur pour ses efforts et ses conseils,

Je remercie les membres du jury pour avoir accepté de juger mon travail.

Mes remerciements s'adressent enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

## Sommaire

Introduction .....	1
1 . Historique .....	1
2. Définition du lait .....	1
3. La sécrétion du lait : .....	2
3.1. La sécrétion du lait dans les alvéoles .....	3
4. Types de lait .....	4
4.1. Le lait cru.....	4
4.2. Les laits de consommation traités thermiquement ou par traitement équivalent.....	5
5. Caractéristiques physico-chimiques du lait .....	5
5.1.Composition globale.....	5
5.2. Composition de la matière sèche .....	6
5.3. Comparaison de la composition des laits de chevre et de brebis avec le lait de vache .....	7
A. Les glucides .....	8
B.La matière azotée .....	9
6.Examen organoleptique .....	10
a) couleur .....	10
b) Odeur : .....	10
c) Saveur .....	10
6. Quels sont les atouts nutritionnels du lait ? .....	10
7.La situation actuelle de la filière lait dans le monde .....	11
7.1. Le cheptel laitier dans le monde .....	11
Chapitre II : .....	16
S'men .....	16
1.Production de Ghee: .....	17
2.Méthodes de préparation du ghee.....	18
1.1.Méthode indigène (desi) .....	18
1.2.Méthode de crème directe: .....	19
1.3.Méthode du beurre de crèmerie .....	20
1.4.Méthode de pré-stratification : .....	22
2.Le S'men algérien .....	22
2.1. Procédés de préparation.....	23
2.1.1. La traite de lait.....	23
2.1.2 Le barattage .....	23
2.1.3Extraction du beurre .....	24
2.1.4.Conditionnement .....	25

3. Procédé de fabrication moderne .....	25
4.Composition chimique: .....	27
4.1.Composition en acides gras :.....	27
4.2.Acides gras libres (AGL) dans le ghee:.....	28
4.3.Identification et quantification des FAM: .....	29
4.4.Chromatographie en phase gazeuse-Spectrométrie de masse (GC-MS):.....	30
4.5.Analyse des Composés volatils par GC / MS.....	31
5 .Caractéristiques physico-chimiques .....	33
6.Paramètres physico-chimiques: .....	34
6.1.Reichert-Meissl (Rm):.....	34
6.2.Polenske Value:.....	36
6.3.Valeur de saponification (Sv):.....	36
4.4.Lecture du réfractomètre butyro (BR) :.....	37
6.5.Point de Fusion.....	37
6.6.Indice d'iode (IV).....	38
7.normes de ghee.....	38
8.Le marché mondial de l'huile de beurre.....	41
II.1. Echantillonnage : .....	44
Analyses physicochimiques de ghee .....	44
1.Indice de saponification.....	44
1.1. Définition.....	44
1.2. Principe.....	44
1.3. Matériels et réactifs utilisés : .....	44
Matériel .....	44
1.4.. Mode opératoire : .....	45
1.5.Preparation de la solution : .....	45
1.6. Méthode de calcul : .....	45
1.7. Essai à blanc .....	46
2. Indice de refraction.....	46
2.1. Définition.....	46
2.2. Matériels et réactifs utilisés .....	46
Matériel .....	46
2.3. Mode opératoire .....	46
3. Indice d'acide .....	47
3.1. Definition.....	47
3.2. Principe.....	47

3.2. Matériels et réactifs utilisés .....	47
3.3. Mode opératoire .....	48
3.4. Mode de calcul .....	48
4. CCM (Chromatographie sur couche mince).....	48
4.1. OBJET .....	48
4.2. PRINCIPE .....	48
4.3 .Matériel et réactifs utilisés.....	49
Matériel .....	49
4.4. Préparation de la matière insaponifiable .....	49
4.4.1 saponification .....	49
4.4.2. Extraction des insaponifiables .....	49
5.GC-MS .....	50
5 .1. Principe :.....	50
5.2. Matériel et réactifs utilisés .....	50
Matériel .....	50
5.3. Preparation de la solution .....	51
5.4. Mode opératoire : .....	51
5.4.1 Estérification .....	51
5.4.1 Analyse par GC-MS .....	51
Chapitre III : .....	52
Résultats et Discussion.....	52
III.1. Indice d'acide : .....	53
III .3. Indice saponification .....	58
III.4. Profils chromatographiques des EMAGs : .....	60

## Liste des figures

Figure 1 schéma du pis de la vache et de ses quartiers.....	3
Figure 2 les cellules sécrétrices (cellules alvéolaires) les canaux formant le système sécréteur de la glande mammaire .....	3
Figure 3 vue générale de la sécrétion du lait (les cercles croisés sont des étapes régulatrices dans la synthèse du lait).....	4
Figure 4 caractéristiques physico chimiques du lait ( <i>Le_lait.Pdf</i> , n.d.) .....	6
Figure 5 composition physico chimiques du laits selon les especes .....	6
Figure 6 composition physico chimique du lait .....	6
Figure 7 evolution du cheptel mondial des vaches laitières(10 DE Têtes).....	12
Figure 8 Répartition du cheptel mondial de vache laitières(268,7 millions de têtes en 2013) selon les continents(en%).....	13
Figure 9 production laitière mondiale en fonction des especes animales en % (année2013).....	13
Figure 10 méthode indigène (desi) .....	19
Figure 11 Méthode de crème direct.....	20
Figure 12 Methode du beurre de crèmerie .....	21
Figure 13 El-khaima.....	23
Figure 14 EL-chekoua.....	24
Figure 15 Beurre et babeurre.....	25
Figure 16 Etapes de fabrication du beurre.....	26
Figure 17 spectrume of murchita ghrita (processed ghrita).....	32
Figure 18 SPECTRUM OF GHRITA (ghee) .....	33
Figure 19 Vue d'ensemble des marchés mondial de l'huile de beurre anhydre .....	42
Figure 20 production mondiale du ghee.....	42
Figure 21 indice d'acide.....	54
Figure 22 indice de refraction .....	57
Figure 23 indice de saponification .....	59
Figure 24 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin .....	60
Figure 25 Profil chromatographique des EMAGs du smen ovin .....	60
Figure 26 Profil chromatographique des EMAGs du smen oven ouest .....	61
Figure 27 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin est.....	61
Figure 28 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin sud.....	62
Figure 29 Profil chromatographique des EMAGs du smen caprin .....	62
Figure 30 Profil chromatographique des EMAGs du smen caprin est.....	63





## **Introduction :**

Le lait est reconnu comme un élément important des civilisations pastorales en Afrique. C'est un facteur pertinent dans les processus d'organisation sociale, d'habitudes alimentaires, de commerce, de développement et d'appropriation de techniques et d'un patrimoine culturel. (Humblot et Guyot, 2008 ; El Sheikha et Hu, 2018 ; Owusu-Kwarteng et al., 2020)

Par conséquent, le lait n'a pas seulement une valeur économique, mais aussi une valeur sociale et culturelle. (Bencharif, 2001).

La fermentation alimentaire traditionnelle est un savoir-faire artisanal qui est développé et transmis à travers les générations, afin de conserver les aliments et améliorer leurs valeurs nutritionnelles et prolonger la durée de conservation des matières premières (Blandino et al., 2003 ; Shoustra et al., 2013).

En Algérie une grande variété de produits laitiers fermentés sont préparés traditionnellement, ces produits font partie de l'héritage algérien et ont une grande importance culturelle, médicinale et économique.

Parmi ces préparations, le Smen/Dhan est un beurre fermenté naturellement obtenu avec du beurre fermier (non pasteurisé).

C'est un produit du terroir et non labellisé en Algérie. Il est fabriqué au niveau des ménages selon un savoir-faire transmis par les générations. Le Smen/Dhan est très apprécié par le consommateur algérien pour ses qualités gustatives (riche en arôme) et agrément les plats traditionnels, également il est exploité en médecine traditionnelle (Sakili et Issoual, 2003). Le Smen/Dhan est fabriqué selon un procédé traditionnel qui reste inexploité au niveau artisanal et industriel et est loin d'être parfaitement connu. Une meilleure connaissance de ce produit tant sur l'aspect savoir-faire, technologique, physico-chimique que microbiologique présente donc un intérêt scientifique pour une meilleure maîtrise de ses qualités sanitaires et organoleptiques mais aussi à terme pour sa valorisation avec le label type appellation d'origine contrôlée (AOC) et le développement de sa production à une échelle artisanale voire industrielle.

Notre étude se propose de tenter de définir les indicateurs de qualité de ce produit de terroir notamment :

- L'évaluation des paramètres physico-chimiques des s'mens recueillis de diverses régions de la steppe.
- Appréciation des caractéristiques organoleptiques.
- Détermination des profils chromatographiques des acides gras des échantillons fabriqués à partir des laits de races caprine, ovine et bovine.

# **Chapitre I :**

## **Le lait**

## 1 . Historique

Pendant des millions d'années, l'humanité a subsisté principalement grâce à la chasse, à la cueillette, et à la récolte de produits tels que la viande, les œufs, le miel et le poisson. Il y a environ 10 000 ans, la découverte de l'agriculture et de l'élevage a procuré une stabilité alimentaire, un domicile fixe, marquant ainsi le début des grandes civilisations. L'élevage d'animaux laitiers, débutant il y a environ 8 000 ans, a ouvert de nouvelles perspectives alimentaires. Il est à noter que le culte du lait a profondément marqué la vie religieuse de l'ancienne Inde. La vénération de la vache était particulièrement forte dans l'Antiquité en Égypte, en Iran et en Inde, ce qui peut expliquer les tendances anti-carnivores et végétariennes observées chez certains Asiatiques. En Europe, les moines, notamment les Bénédictins, étaient les principaux producteurs de fromages au Moyen Âge, avec des variétés telles que le Pont l'Évêque et le Munster. Les retours des croisades ont apporté aux moines des recettes orientales qui ont enrichi leurs créations. Ainsi, bien avant la révolution scientifique et industrielle qui a marqué l'Europe au XIXe siècle, les techniques de fabrication de produits laitiers tels que le lait fermenté, le beurre et le fromage étaient déjà maîtrisées.(pdf\_LE\_LAIT\_ET\_LES\_PRODUIITS\_LAITIERS.Pdf, n.d.)

## 2. Définition du lait

En 1908, lors du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève, le lait a été défini comme suit : "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 de colostrum .(Contrôle Qualité Du Lait et Ses Dérivés de La Laiterie Milalait.Pdf, n.d.)

Le colostrum est un liquide épais, visqueux et jaune, dont la définition varie selon les auteurs. Selon Otterby et Foley, qui se concentrent sur le surplus de colostrum produit, il s'agit du "mélange de sécrétions lactées et de constituants du sérum sanguin qui s'accumulent dans la glande mammaire pendant la période de tarissement et qui peut être prélevé tout de suite avant ou après vêlage". Selon le Journal Officiel de la République Démocratique Algérienne, la désignation "lait" est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction, et qui n'a pas été soumis à un traitement thermique. (Contrôle Qualité Du Lait et Ses Dérivés de La Laiterie

*Milalait.Pdf*, n.d.) produit alimentaire très particulier. Le Petit Larousse le définit tout simplement comme le « liquide produit par les femelles des mammifères, aliment complet qui assure la subsistance du jeune au début de sa vie grâce à sa richesse en graisses émulsionnées, en protides, en lactose, en vitamines et en sels minéraux ». De son côté, le législateur québécois n'y voit que « le liquide sécrété par les glandes mammaires de la vache, de la chèvre et de la brebis ». On retrouve, par contre, dans le texte de loi plusieurs définitions complémentaires et divers règlements qui touchent une multitude d'aspects liés à la qualité du lait et des produits qui en sont dérivés. (*Grenon\_Claude.Pdf*, n.d.)

### **3. LA SÉCRÉTION DU LAIT :**

Le pis est l'organe de production de lait chez les ruminants. Il est suspendu dans la cavité abdominale par un réseau de ligaments et de tissus conjonctifs. Composé de glandes mammaires ou de quartiers, chacun produisant du lait de manière indépendante, le pis se termine par un trayon, où les petits s'abreuvent et où les manchons trayeurs sont appliqués (voir figure 1). Les vaches et les bufflonnes ont quatre quartiers, tandis que les chèvres et les brebis en ont deux. Le lait est produit par des cellules sécrétrices spécialisées, formant des alvéoles. Le pis est fortement irrigué par le sang, ce qui est essentiel pour la production de lait. Le lait circule dans des canaux lactifères, débouchant sur une cavité appelée « citerne », puis sur un canal excréteur de la mamelle. La figure 2 illustre ce système de sécrétion. (*A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf*, n.d.)

La production de lait est étroitement liée aux cycles de reproduction et est régulée par des hormones. La quantité de lait atteint son maximum environ 8 semaines après le vêlage, puis diminue progressivement jusqu'à la période de tarissement. (*A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf*, n.d.)

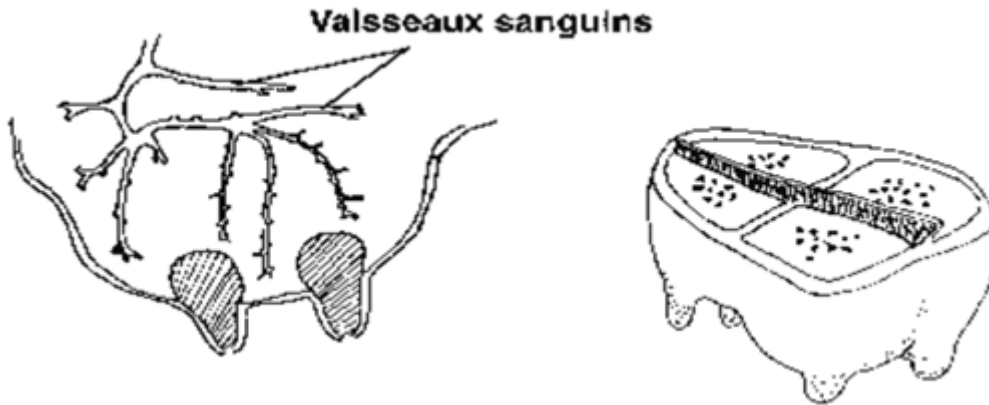


Figure 1 schéma du pis de la vache et de ses quartiers

(A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf, n.d.)

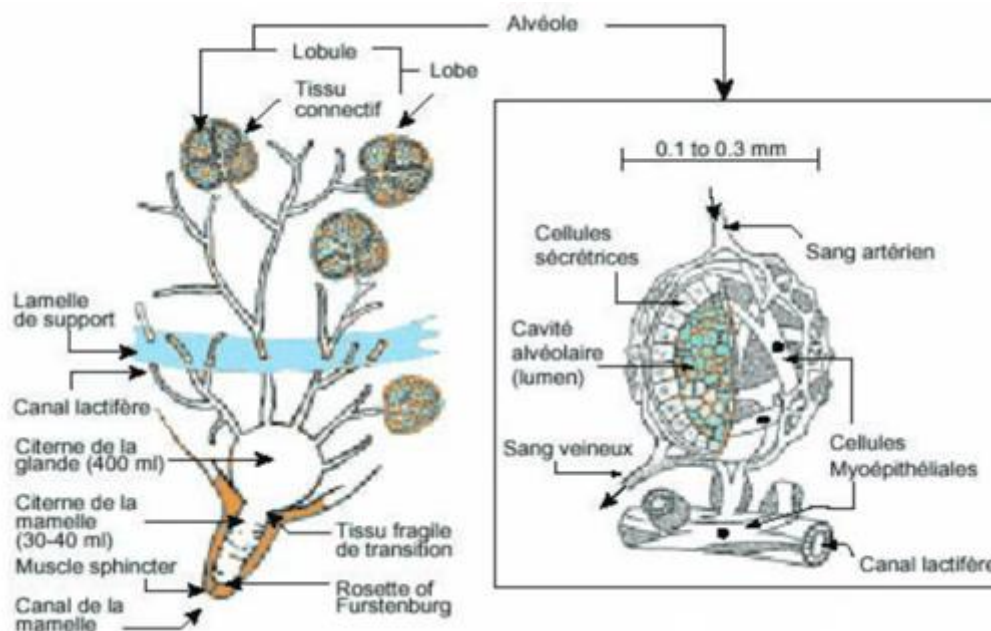


Figure 2 les cellules sécrétrices (cellules alvéolaires) les canaux formant le système sécréteur de la glande mammaire

(A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf, n.d.)

**3.1. La sécrétion du lait dans les alvéoles** des cellules sécrétrices est un processus complexe comportant plusieurs étapes biochimiques. Une fois initiée au début de la lactation, la sécrétion de lait ne s'arrête jamais complètement, sauf pendant la période de tarissement. Entre les traites, le lait s'accumule dans le pis, augmentant la pression et ralentissant la vitesse de synthèse. Il est donc recommandé de traire les vaches toutes les 12 heures. Les vaches les plus productrices peuvent être traites les premières le matin et les dernières le soir.

L'augmentation de la pression interne a un effet inhibiteur minimal, et la production laitière peut ainsi augmenter de 10 à 15 % lorsque les vaches sont traitées trois fois par jour. (Le\_lait.Pdf, n.d.)

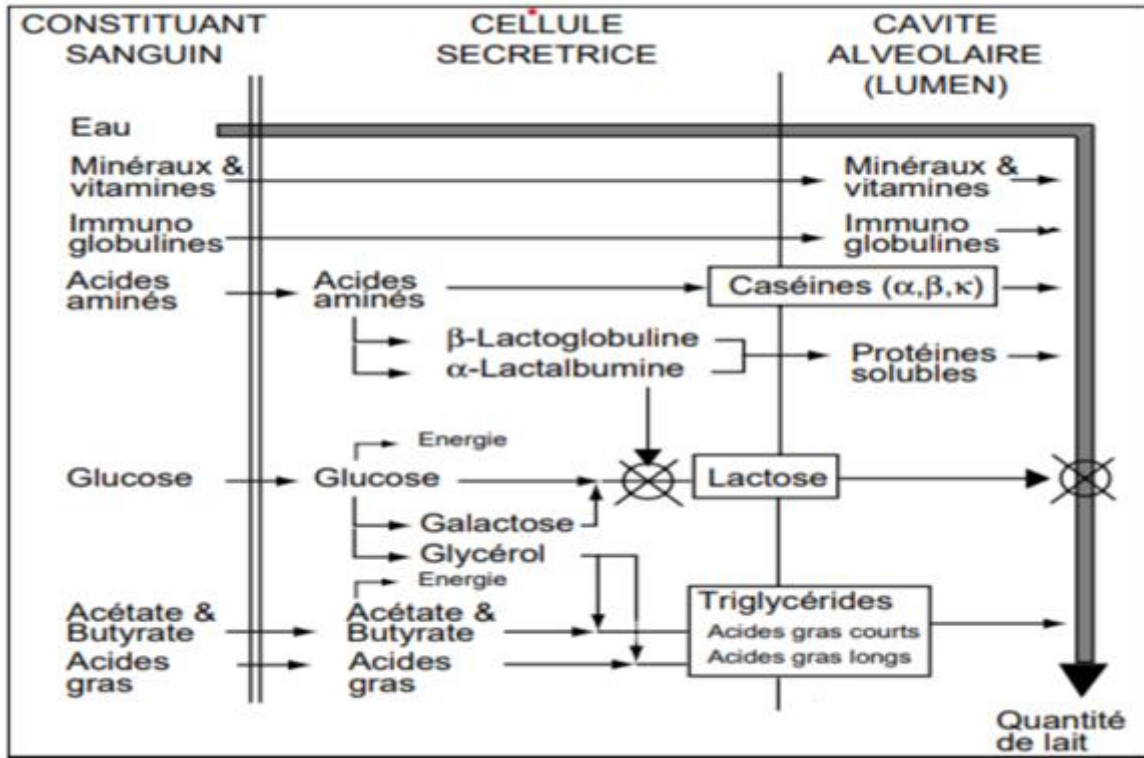


Figure 3 vue générale de la sécrétion du lait (les cercles croisés sont des étapes régulatrices dans la synthèse du lait)

(Le\_lait.Pdf, n.d.)

## 4. TYPES DE LAIT

### 4.1. Le lait cru

Le règlement européen 853/2004 définit le lait cru comme le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage, n'ayant pas été chauffé à plus de 40 °C ni soumis à un traitement d'effet équivalent. Le lait cru peut être écrémé ou non et peut être utilisé pour la fabrication de produits comme le beurre et les fromages au lait cru. Si le lait est chauffé au-delà de 40 °C, qu'il soit écrémé ou non, il n'est plus considéré comme du lait cru. Cela s'applique également lorsqu'on modifie sa flore. Par exemple, le lait microfiltré à basse température (37°C) n'est plus du lait cru car 99 % des bactéries qu'il contenait ont été éliminées par la microfiltration, qui s'effectue sur du lait écrémé. Le lait entier microfiltré est un mélange de lait écrémé microfiltré et de crème pasteurisée. Le lait cru doit être conservé

réfrigéré, avec une température légale de conservation fixée à 6 °C en Europe. Le chapitre VII de ce fascicule traite plus spécifiquement des aspects liés à la conservation du lait cru. (*A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf*, n.d.)

## **4.2. Les laits de consommation traités thermiquement ou par traitement équivalent**

L'objectif des traitements thermiques, ou équivalents comme la microfiltration, est d'éliminer la flore pathogène du lait afin de réduire tout risque microbiologique et d'allonger la durée de conservation du produit. Ces traitements réduisent également, voire éliminent, la flore non pathogène. Toutefois, le lait traité de cette manière n'est pas à l'abri d'une post-contamination s'il est utilisé pour la fabrication d'autres produits. Il a été démontré qu'une bactérie pathogène se développe davantage dans du lait thermiquement traité que dans du lait cru, qui conserve sa flore microbienne spécifique (voir le chapitre III pour plus de détails).

En fonction de leurs impacts sur la microbiologie du lait, on distingue deux types de traitements thermiques : la pasteurisation et la stérilisation. La stérilisation s'effectue à des températures supérieures à 110 °C, tandis que la pasteurisation se fait à des températures inférieures à 100 °C. La stérilisation élimine tous les dangers microbiologiques, y compris les cellules végétatives, les spores et les toxines préformées. Le lait pasteurisé est chauffé à au moins 72 °C pendant 15 secondes ou à 63 °C pendant 30 minutes. Ce lait doit être conservé au froid et se garde généralement pas plus de 7 jours, car il contient encore des germes qui altèrent progressivement son goût. La pasteurisation élimine les micro-organismes pathogènes mais pas les spores de certains pathogènes (comme *Bacillus cereus* et *Clostridium botulinum*) ni les toxines préformées de *Staphylococcus aureus*.

Parmi les laits stérilisés, le lait UHT (Ultra-High Temperature) est le plus courant. Ce lait est chauffé à au moins 135 °C pendant quelques secondes, ce qui permet de détruire tous les micro-organismes, spores viables et toxines, le classant ainsi comme un traitement de stérilisation. (*A-Propos-Du-Lait-Cru-Complet-2014.Pdf*, n.d.)

## **5. Caractéristiques physico-chimiques du lait**

**5.1. Composition globale** La composition globale du lait présente uniquement les principales catégories de ses constituants, avec des valeurs moyennes. On observe que l'eau



est le constituant principal du lait, avec 902 g/L, tandis que la matière sèche ne représente que 130 g/L. (*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

<b>pH (20°C)</b>	<b>6,5 à 6,7</b>
<b>Acidité titrable</b>	15 à 17 D*
<b>Densité (20°C)</b>	1,028 à 1,036
<b>Température de congélation</b>	-0,51°C à -0,55°C
<b>Valeur énergétique</b>	+275Kj .(100mL)

Figure 4 caractéristiques physico chimiques du lait (*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

## 5.2. Composition de la matière sèche

Les glucides, les graisses et les protéines sont les composants essentiels de la sécrétion lactée. La proportion de ces différents éléments varie en fonction des espèces animales et humaines. (*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

Espèce	Graisses	Protéine	Lactose	Eau
Jument	1,9	2,5	6,2	88,8
Vache	3,7	3,4	4,8	87,3
Femme	3,8	1,0	7,0	87,6
Chèvre	4,5	3,3	4,4	86,8
Chemelle	5,4	3,9	5,1	
Truie	6,8	4,8	5,5	81,12
Brebis	7,5	5,6	4,4	80,7
Ratte	10,3	8,4	2,6	79,0

Figure 5 composition physico chimiques du laits selon les especes

(*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

EAU	902
Matière sèche	130
Glucides (lactose)	49
Matière grasse	39
lipides	38
phospholipides	0,5
composés liposoluble	0,5
Matière azotée	33
protéines	32,7
Caséines	0,28
protéines solubles	4,7
azote non protéique	0,3
Sels	9
Biocatalyseurs, enzymes, vitamines	Traces

Figure 6 composition physico chimique du lait

(*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

### 5.3. COMPARAISON DE LA COMPOSITION DES LAITS DE CHEVRE ET DE BREBIS AVEC LE LAIT DE VACHE :

TABLEAU : CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES LAITS DE DIVERSES Espèces(FAO1995)

Constantes	Vache	Bufflonne	Chamelle	Chèvre	Brebis
Energie(kcal/litre)	705	755-1425	800	600-750	1100
Densité du lait entier à 20°C	1,028-1,033	1,029-1,033	1,025-1,038	1,025-1,035	1,034-1,039
Point de cogelation(°C)	-0,520—0,550	-0,544	-0,580	0,550-0,583	-0,570
Ph-20°C	6,60-6,80	6,66-6,82	6,20-6,82	6,45-6,60	6,50-6,85
Acidité titrable(°dornic)	15-17	14-18	-	14-18	22-25
Tension superficielle du lait entier à 15°C (dynes cm)	50	48,7	-	52	45-49
Conductivité électrique à 25°C(simense)	45×10	66,2×10	-	43-56×10	38
Indice de réfraction	1,45-1,46	-	-	1,35-1,46	1,33-1,40
Viscosité de lait entier à 20°C	2,0-2,2	—	—	1,8-1,9	2,86-3,93

Tableau 1 composition globale du lait de vache et étape physique de ses constituents(alaise et linden 1987)

(Aitamermeziane\_1.Pdf, n.d.)

Les principales caractéristiques physico-chimiques sont les suivantes

Composition of milk fat globul (Mohan et al., 2021, p. 5)

↪ Apport calorifique .....710Kcal\litre

↪ Propriétés physico\_chimiques

pH.....6,5—6,7

viscosité à 15°C.....0,0212-0,0254

Densité

Lait entiere à 15°C.....1,030-1,035

Lait écrémé.....1,036

↪ Propriétés thermiques

Chaleur spécifique.....0,93

POINT DECONGELATION .....0,520 ET -0,530°C

POINT D'ebulllition.....100,5°C

↳ Propriétés de liaison de l'eau

Activité de l'eau (AW).....0,995

Eau liée

Lait entière.....0,087à0,128g d'eau /g de MS

Lait écrémé.....0,167à0,181g d'eau/g de MS

↳ Tension superficielle.....35dyne/cm/15°C

↳ (*Aitamermeziane\_I.Pdf*, n.d.)

Le lait joue un rôle crucial dans l'alimentation quotidienne en raison de sa composition équilibrée en nutriments essentiels tels que les protéines, les glucides et les lipides, ainsi que sa haute teneur en vitamines et minéraux, particulièrement en calcium alimentaire (Najari, 2005). De nos jours, la demande de lait est en constante augmentation car ce produit peut être consommé frais, pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés.(Gaddour et al., 2013, p. 2)

## A. Les glucides

Le principal sucre présent dans le lait est le lactose, un disaccharide composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Le lait contient environ 70 mg/L de glucose et 20 mg/L de galactose, ainsi que des traces d'autres glucides. Le lactose a un pouvoir sucrant faible (indice 17) par rapport au saccharose (indice 100) et au glucose (indice 75). Pour être assimilé, le lactose est hydrolysé par l'enzyme lactase présente dans l'intestin grêle. Chez les mammifères, la production de lactase cesse entre le sevrage et l'âge adulte, ce qui peut entraîner des troubles intestinaux chez les individus qui ne possèdent plus cette enzyme.

Le lactose est un sucre fermentescible, dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (comme les lactobacilles et les streptocoques), entraînant une baisse du pH du lait et sa coagulation. Cette coagulation est essentielle dans la fabrication de fromages et de laits fermentés. La synthèse du lactose nécessite l'intervention de l'enzyme lactosynthétase, composée de deux protéines : l'alpha-lactalbumine et la galactosyltransférase. La prolactine stimule la synthèse de ces protéines, tandis que la progestérone, à concentration élevée, inhibe la synthèse d'alpha-lactalbumine.(*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

## B. La matière azotée (33 g/L)

Dans le lait, il y a deux catégories distinctes de composés azotés : les protéines et les composés azotés non protéiques. Les protéines, dont la caséine constitue 80 %, les protéines solubles (albumines et globulines représentant 19 %) et diverses protéines telles que les enzymes (représentant 1 %), forment la fraction principale de ces composés. La concentration en protéines, mesurée à 32,7 g/L, est une caractéristique cruciale du lait en termes de sa valeur commerciale, de sa technologie et de sa valeur biologique. La méthode de référence pour évaluer cette concentration est la méthode Kjeldahl, qui suppose une teneur moyenne en azote de 15,65 % dans le lait. Ainsi, la concentration en protéines en grammes par litre est calculée en multipliant la teneur en azote par 100/15,65, ce qui donne 6,39. (*Le\_lait.Pdf*, n.d.)

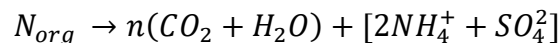
Méthode de dosage de l'azote total dans le lait

Le dosage de l'azote total dans le lait est réalisé selon la méthode de Kjeldahl.

Principe : L'azote organique est converti en ions ammoniums par l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud, en présence de catalyseurs appropriés. L'ammoniac ainsi formé est libéré et distillé, puis recueilli dans une solution d'acide borique qui le fixe. Ensuite, l'ammoniac est titré par acidimétrie, c'est-à-dire par titrage avec un acide fort en présence de rouge de méthyle.

Réactions impliquées :

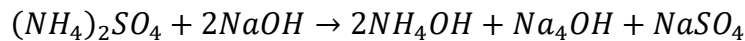
- ✓ La minéralisation



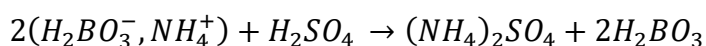
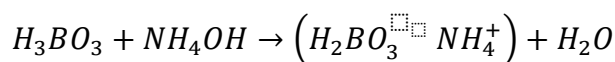
*Ebullition* +  $H_2SO_4$

Sulfate d'ammonium

- ✓ Distillation :



- ✓ Dosage de l'ammoniaque formée par acidimétrie :



Expression des résultats : La concentration en azote du lait est exprimée en grammes d'azote par litre de lait. Par convention, cette quantité d'azote total peut également être exprimée en grammes de protéines par litre de lait. La quantité d'acide sulfurique utilisée correspond précisément à la quantité d'ammoniac fixée par l'acide borique. (*Analyse-Physicochimique-Du-Lait.Pdf*, n.d.)

## 6.Examen organoleptique

On notera avec soin les caractères organoleptiques des échantillons examinés :

### a) COULEUR :

Le lait frais pur présente une teinte blanche mate qui peut varier en fonction de sa teneur en crème, devenant plus jaunâtre à mesure que cette dernière augmente. Une teinte bleuâtre peut indiquer un processus d'écémage ou d'humidification significatif. Des altérations anormales dans la mamelle peuvent entraîner une coloration grisâtre du lait. (*Analyse-Physicochimique-Du-Lait.Pdf*, n.d.)

### b) Odeur :

L'arôme du lait doit être net. Si nécessaire, chauffer le lait à environ +35°C pour détecter plus facilement toute odeur anormale. (*Analyse-Physicochimique-Du-Lait.Pdf*, n.d.)

### c) Saveur

Le goût du lait est plaisant et légèrement sucré. Le lait traité thermiquement (pasteurisé, stérilisé) a une saveur distincte de celle du lait cru. Il peut présenter une note salée dans certains cas, comme le lait colostrale ou le lait provenant d'animaux souffrant d'affections mammaires. (*Analyse-Physicochimique-Du-Lait.Pdf*, n.d.)

## 6. Quels sont les atouts nutritionnels du lait ?

Lors de la traite, le lait présente en moyenne une composition qui comprend 87 % d'eau, 4,8 % de glucides, 4,2 % de lipides, 3,2 % de protéines, 0,7 % de minéraux et oligo-éléments, incluant environ 120 mg de calcium, ainsi que des vitamines telles que A, D, et du groupe B. Les différents types de lait disponibles à la vente sont classés selon leur teneur en matières

grasses : entier (3,5 %), 1/2 écrémé (entre 1,5 et 1,8 %) et écrémé (< 0,5 %). La valeur énergétique du lait est largement influencée par sa teneur en matières grasses, avec 64 Kcal pour 100 ml de lait entier, 45 Kcal pour le 1/2 écrémé et 33 Kcal pour l'écrémé. Les laits 1/2 écrémés contiennent environ la moitié des vitamines liposolubles A et D par rapport au lait entier, tandis que les laits écrémés en sont dépourvus. Cependant, les teneurs en calcium sont similaires pour tous les types de lait. Les principaux avantages du lait incluent sa richesse en protéines de haute qualité nutritionnelle, en vitamines du groupe B essentielles pour le métabolisme, en vitamine A (présente surtout dans le lait non totalement écrémé, bénéfique pour la vision et la santé de la peau), et surtout en calcium, important pour la santé osseuse. De plus, sa teneur en eau, essentielle à la vie, et en composants mineurs, bien que souvent négligés, sont également des éléments importants à prendre en considération. (QS+8b+LAIT.Pdf, n.d.)

Le lait joue un rôle crucial dans l'alimentation quotidienne en raison de sa composition équilibrée en nutriments essentiels tels que les protéines, les glucides et les lipides, ainsi que sa haute teneur en vitamines et minéraux, particulièrement en calcium alimentaire (Najari, 2005). De nos jours, la demande de lait est en constante augmentation car ce produit peut être consommé frais, pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés. (Gaddour et al., 2013, p. 2)

## **7.La situation actuelle de la filière lait dans le monde**

### **7.1. Le cheptel laitier dans le monde**

Au cours des dernières années, l'effectif total du cheptel mondial de vaches laitières a continué d'augmenter, mais cette croissance est considérée comme insuffisante en raison de la demande croissante. Selon le CNIEL (2015), ce cheptel est passé de 245,6 millions de vaches laitières en 2006 à 268,7 millions en 2013, représentant un taux annuel de croissance mondial de 1,3 % . (Makhlouf & Montaigne, n.d., p. 3)

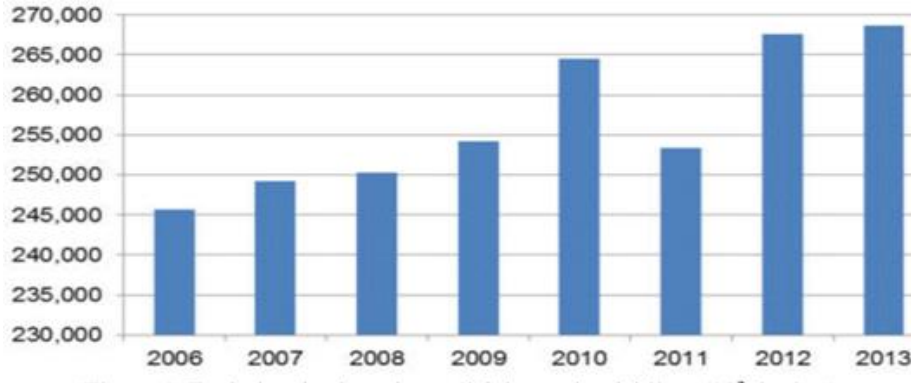


Figure 7 evolution du cheptel mondial des vaches laitières(10 DE Têtes)

(Makhlouf & Montaigne, n.d., p. 4)

Dans les différentes régions du monde, seules l'Asie, l'Afrique, et dans une moindre mesure, l'Amérique du Sud, ont vu leur cheptel de vaches laitières augmenter ces dernières années. Cette tendance s'explique par la volonté accrue de certains pays, tels que la Chine et l'Inde en Asie, et l'Algérie et le Maroc en Afrique, de répondre aux besoins croissants de leurs populations en protéines animales. En revanche, dans d'autres parties du monde, le cheptel de vaches laitières est resté relativement stable en Amérique du Nord et en Océanie, tandis qu'il a diminué en Europe à 27 au cours des dernières années. (Makhlouf & Montaigne, n.d., p. 4)

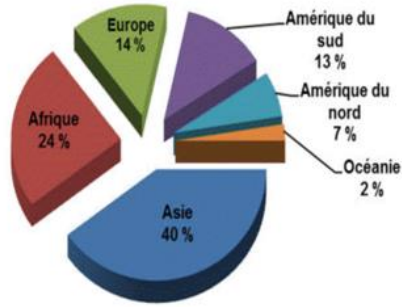


Figure 8 Répartition du cheptel mondial de vache laitières(268,7 millions de têtes en 2013) selon les continents(en%)

(Makhlouf & Montaigne, n.d., p. 4)

Par espèce, il est important de noter que la croissance de la production laitière mondiale en volume repose principalement sur le lait de vache, bien que son taux de croissance (+25 % depuis 2000) soit inférieur à celui des autres ruminants (+40 %), et particulièrement au lait de bufflonne (+50 %). De plus, la répartition de la production totale de lait entre les différents ruminants n'a pas subi de changements significatifs au cours de la dernière décennie (Figure9)(Makhlouf and Montaigne, n.d.,

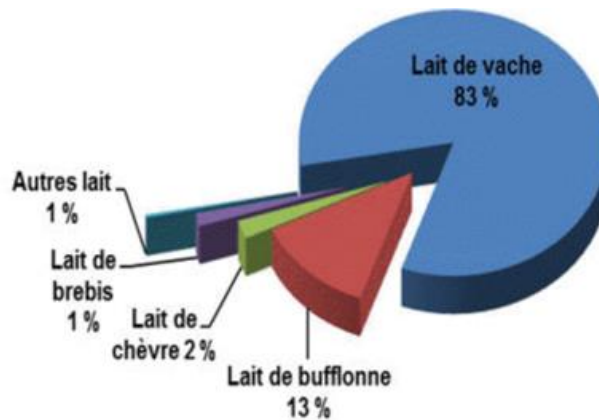


Figure 9 production laitière mondiale en fonction des espèces animales en % (année2013)

5)(Makhlouf & Montaigne, n.d., p. 5)

Malgré cette production importante, la consommation de lait par habitant en Afrique de l'Ouest reste faible, avec une moyenne d'environ 23 kg par an pour la CEDEAO, bien en deçà des recommandations de l'OMS qui préconisent une consommation annuelle de 70 à 90 kg par habitant (Broutin et al., 2018). Cette faible disponibilité de lait pour répondre à la demande est



Chapitre 01 : Le lait

Acteur	Lieu	Fréquence	Contrôle
Producteur	Ferme	Chaque traite	<p>T° du lait</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lavage équipements • traite méthodique et hygiénique de vaches saines</li> <li>• retrait des vaches t</li> </ul> <p>T° du lait</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lavage équipements raitées</li> <li>• qualité de l'eau</li> </ul>
Expertessayer	Ferme	Chaque collecte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odeur/saveur • température • apparence</li> <li>• sédiments • prélèvement des échantillons pour la détermination des composants</li> </ul>
		Mensuellement	• prélèvement échantillon programme CQL
	Usine	Chaque livraison	• nettoie et vérifie la propreté de la citerne et ses équipements
Usine		Chaque livraison	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T° du lait</li> <li>• odeur/saveur</li> <li>• apparence (sédiments)</li> <li>• acidité</li> <li>• cryoscopie</li> <li>• antibiotiques</li> <li>• bactériologie</li> <li>• système de lavage en place des citernes</li> </ul>
		Régulièrement	• vérifie la propreté des citernes
MAPAQ		Mensuellement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bactéries totales</li> <li>• cellules somatiques</li> <li>• antibiotiques</li> </ul>
		Confirmation en cas de refus	<ul style="list-style-type: none"> <li>antibiotiques</li> <li>• cryoscopie</li> </ul>
		Contrôle pour la reprise de collecte des producteurs suspendus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bactéries totales</li> <li>• bactéries après pasteurisation</li> <li>• cellules somatiques</li> <li>• cryoscopie</li> <li>• antibiotiques</li> </ul>
CQIASA	Ferme	2 ans	• inspection des fermes
	Usine		inspection des usines
ACIA	Usine		inspection des usines fédérales
FPLQ		Continue	suivi auprès des producteurs
Coopératives		Continue	suivi auprès des producteurs

attribuée à la croissance démographique, à l'urbanisation et à l'amélioration du pouvoir d'achat des classes moyennes, en particulier dans les grandes villes. Pour pallier ce problème, les importations de produits laitiers en Afrique de l'Ouest ont considérablement augmenté, passant de 0,6 million de tonnes en 1996 à 1,9 million de tonnes en équivalent lait en 2013.(Beral et al., 2023, p. 1905)

Les produits laitiers jouent un rôle crucial dans l'alimentation de tous les groupes d'âge en raison de leurs propriétés nutritionnelles fondamentales, contribuant ainsi à promouvoir et maintenir une alimentation équilibrée dans les populations (Michaelidou, 2008 ; Pereira, 2014). Cette importance se reflète dans la croissance de la production mondiale de lait, qui a augmenté de 1,6% en 2018 (FAO, 2019). En Afrique, la production laitière représente 5,9% de la production mondiale pour une population de 16%, selon les données de la FAO pour l'année 2016. Cependant, le taux d'auto-provisionnement en produits laitiers du continent a légèrement diminué ces dernières années, passant de 88% en 2010 à 84% en 2017 (Fédération Internationale des Produits Laitiers, 2018). Malgré cela, la production laitière africaine a connu une augmentation significative de 37 millions de tonnes entre 1961 et 2016, représentant ainsi 8% de la croissance mondiale.(Beral et al., 2023, p. 1904)

## **6. LES CONVENTIONS, REGLEMENTS ET LOIS :**

Le tableau résume les contrôles effectués par les différents intervenants en regard de la qualité jusqu'au consommateur. (*Grenon\_Claude.Pdf*, n.d.)

## **Chapitre II :**

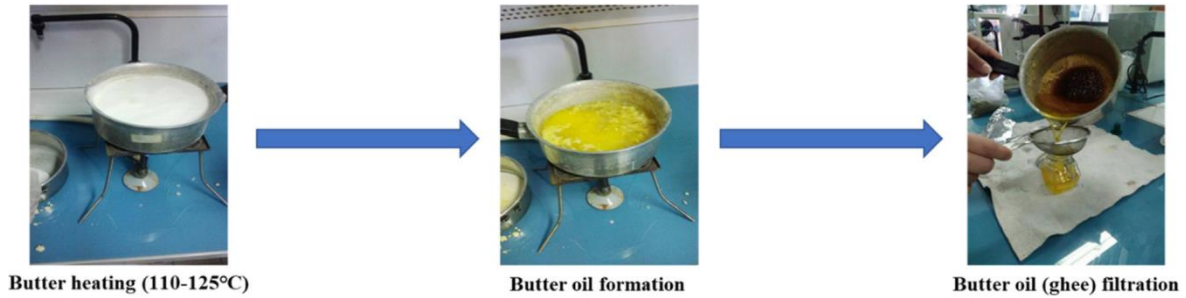
## **S'men**

## 1.Production de Ghee:

Les propriétés physico-chimiques du ghee produit dans l'industriel par rapport au ghee fabriqué traditionnellement. le ghee est généralement préparé à la maison en utilisant du lait comme ingrédient principal, en utilisant diverses méthodes telles que la méthode Desi, la méthode de la crème directe, la méthode du beurre de crèmerie, la méthode de préstratification et la méthode continue. La production industrielle à grande échelle suit généralement la méthode de pré-stratification, tandis que les petits entrepreneurs préfèrent la méthode desi et le procédé direct au beurre de lait. On pense qu'une fermentation efficace de la crème confère une saveur exceptionnelle au ghee. Par conséquent, de légères modifications ont été apportées au processus de fermentation et de vieillissement de la crème dans la méthode de préparation du ghee. De plus, des facteurs tels que la qualité des aliments, l'eau, les conditions environnementales et les espèces animales jouent également un rôle crucial dans la détermination de la qualité du ghee.(A Study on Physico-Chemical Properties of Uthukuli Ghee S. Bhavani Ramya<sup>1</sup>, D. Baskaran<sup>2\*</sup>, K. Vijayarani<sup>3</sup>, R. Palanidorai<sup>4</sup> and D. Ramasamy..pdf).(Bhavaniramya et al., n.d.)

en Inde, une quantité importante de ghee est traditionnellement fabriquée par les ménagères à la maison ou à petite échelle. Ce processus s'étend également à la production artisanale et commerciale. Le ghee peut être fabriqué par clarification thermique de la crème ou en la transformant d'abord en beurre, puis en la soumettant à une dessiccation thermique. Les ménagères commencent généralement par chauffer le lait au-dessus de 90°C pour obtenir de la crème, qui forme une fine couche semi-solide à l'interface air-liquide. Une fois que suffisamment de crème est recueillie, elle est combinée avec une quantité égale d'eau froide et barattée. Les granulés de beurre résultants sont séparés puis soumis à une clarification thermique pour donner du ghee.(Author, n.d., p. 185)

(Maiza2020.Pdf, n.d., p. 3)



(Maiza2020.Pdf, n.d., p. 3)

## 2.Méthodes de préparation du ghee

La préparation du ghee implique la concentration de la matière grasse du lait et un traitement thermique approprié pour lui conférer la saveur riche caractéristique. Il existe quatre méthodes de base pour le traitement du ghee, à savoir., indigène (desi), crème directe, beurre de crèmerie et processus de pré-stratification (Aneja et al. 2002). Chacune de ces méthodes commence par une matière première contenant différents niveaux de matière grasse laitière et implique une étape de traitement thermique (ébullition du ghee) au cours de laquelle l'humidité s'évapore, une dégradation des protéines et du lactose se produit, ce qui entraîne la génération d'arômes. À la fin, la matière grasse laitière traitée thermiquement est clarifiée à partir des résidus de solides non gras du lait (SNF) pour obtenir du ghee. Un bref aperçu de toutes ces méthodes est fourni dans la section suivante. . (Kumbhare et al., 2023, p. 12)

### 1.1.Méthode indigène (desi)

C'est la méthode traditionnelle de préparation du ghee et est utilisée dans les laiteries domestiques et à petite échelle pour la préparation du ghee. Il s'agit de collecter la crème du lait en transférant régulièrement la couche supérieure de matière grasse du lait non perturbée. La matière grasse du lait collectée (crème) est ensuite fermentée à l'aide de bactéries lactiques. Après fermentation, la crème est barattée à l'aide d'un batteur en bois pour obtenir du beurre. Le beurre ainsi obtenu est chauffé sur un feu ouvert dans un récipient en métal jusqu'à ce que presque toute l'humidité s'évapore et que des particules de couleur brun foncé (résidu de ghee) apparaissent en raison de la réaction de Maillard et de la caramélisation du lait SNF (Newton et al. 2012). La fréquence de moussage est souvent utilisée pour déterminer quand terminer le processus de chauffage. Ensuite, le contenu est laissé intact pendant environ une heure. La graisse pure est soigneusement décantée au fur et à mesure que les particules de caillé se

déposent au fond en raison de la différence de densité. La graisse collectée (ghee) est ensuite transférée dans un autre récipient pour le stockage et l'utilisation. Le produit obtenu par cette méthode a une saveur très riche, mais cette méthode génère une quantité importante de babeurre de consistance différente et contribue souvent à une faible récupération des graisses (75-80%) (Aneja et al. 2002). (Kumbhare et al., 2023, p. 12)

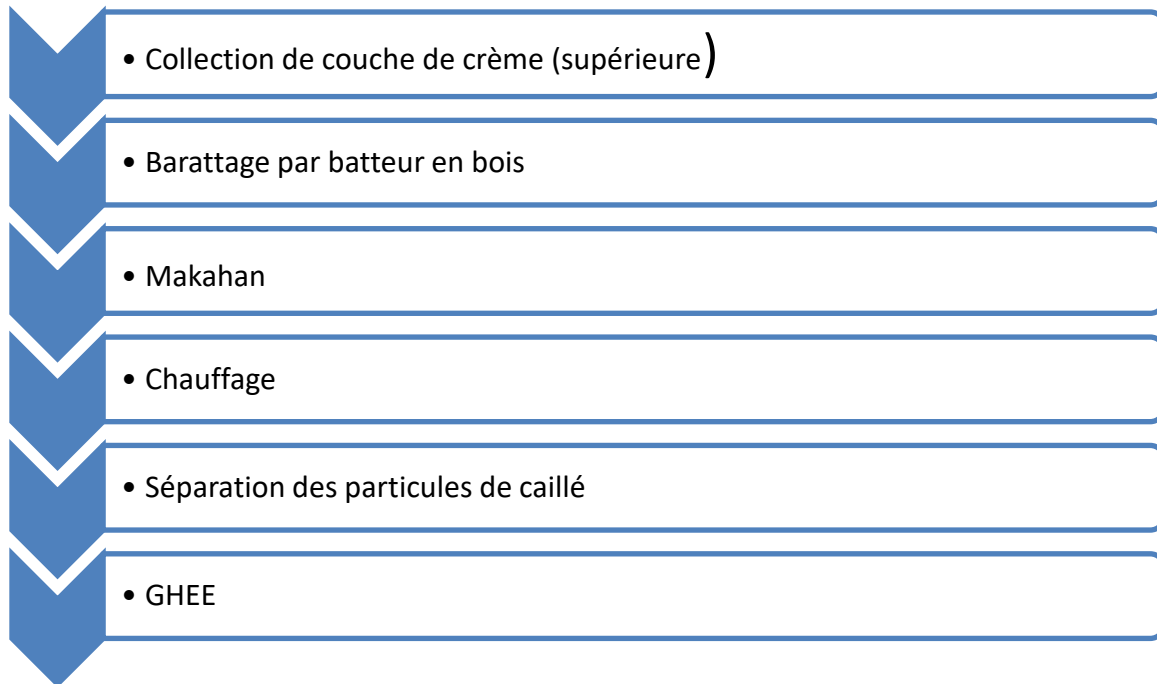


Figure 10 méthode indigène (desi)

(Kumbhare et al., 2023, p. 12)

## 1.2.Méthode de crème directe:

Méthode de la crème directe Dans cette méthode, la crème est d'abord séparée du lait à l'aide de séparateurs centrifuges et la crème est ensuite directement utilisée pour la préparation du ghee. Pour la préparation du ghee, la crème est transférée dans une bouilloire à double enveloppe en acier inoxydable (chaudière à ghee) équipée d'un agitateur, d'une vanne de vapeur ainsi que de manomètres de pression et de température. Pendant le processus, la crème est chauffée et maintenue à une température d'environ 115 °C et le chauffage est interrompu dès que la couleur du lait SNF devient brun clair. Ceci est suivi de la clarification de la matière grasse laitière traitée thermiquement (ghee) à partir du contenu restant (Fig. 2). Les inconvénients de cette méthode incluent une longue durée de chauffage, car toute l'humidité (environ 40 à 50%) présente dans la crème doit être éliminée par chauffage à casserole

ouverte. De plus, une teneur élevée en solides sériques confère au produit une forte saveur caramélisée et entraîne une grande quantité de résidus de ghee. De plus, dans cette méthode, environ 4 à 6% de matière grasse butyrique sont perdus avec le résidu de ghee. Enfin, cette méthode est moins laborieuse que la méthode indigène (desi), mais une récupération plus faible des graisses et une texture de ghee légèrement grasse sont les inconvénients de cette méthode (Deosarkar et al. 2016). (Kumbhare et coll., 2023, p. 13)

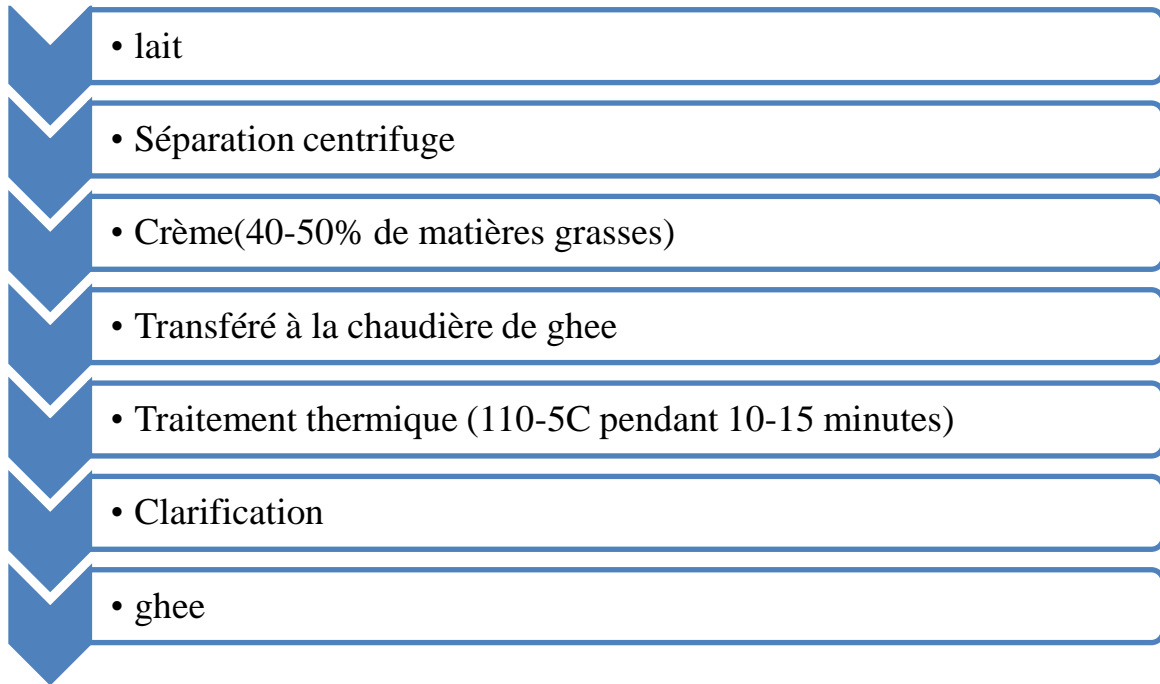


Figure 11 Méthode de crème direct

(Kumbhare et al., 2023, p. 13)

### 1.3.Méthode du beurre de crèmerie

Dans la méthode de préparation du ghee au beurre de crèmerie, le beurre blanc (non salé) sert de matière première principale. La crème, obtenue par séparation centrifuge du lait, est d'abord refroidie à 6-8°C et vieillie pendant 12-16 heures. Par la suite, la crème vieillie subit un barattage dans une baratte à beurre pour produire du beurre blanc. Ce beurre blanc est ensuite transféré dans une cuve de fusion du beurre et chauffé à 60°C avant d'être pompé dans une chaudière à ghee. Dans la chaudière à ghee, le contenu subit un traitement thermique similaire à celui de la méthode de la crème directe. Pendant le processus d'évaporation de l'humidité, la température du contenu reste relativement stable autour de 105-110°C.

Cependant, une fois l'humidité complètement évaporée, il y a une augmentation rapide de la température. Cette étape critique, caractérisée par la génération de la saveur caractéristique du ghee, nécessite une régulation minutieuse du chauffage en ajustant la vanne de vapeur. Le processus d'ébullition se termine lorsque l'effervescence cesse, que des bulles d'air plus fines sont présentes et que les particules de caillé (SNF) commencent à brunir, se produisant généralement à des températures de 115-120°C. Le ghee résultant subit un tamisage et, après refroidissement à 60°C, une filtration est effectuée pour éliminer les résidus de ghee, ce qui donne le produit final (se référer à la Fig. 3). L'augmentation de la concentration en matières grasses en barattant la crème en beurre blanc aide à réduire la charge thermique sur la chaudière à ghee, car moins d'humidité doit être évaporée. De plus, la teneur plus faible en SNF du beurre blanc entraîne une diminution de la génération de résidus de ghee et des pertes de graisse associées (Aneja et al., 2002; Rayon, 2019). (Kumbhare et al., 2023, p. 13)

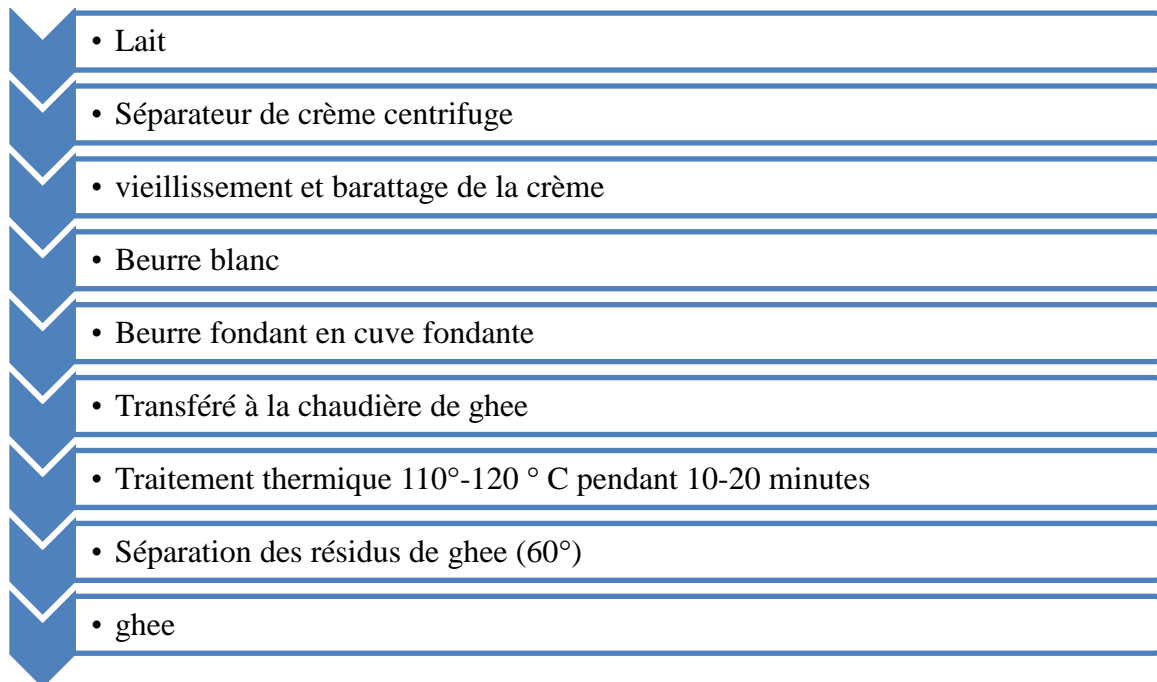


Figure 12 Methode du beurre de crèmerie

(Kumbhare et al., 2023, p. 13)



#### **1.4.Méthode de pré-stratification :**

Cette approche utilise la séparation par gravité de l'humidité et du lait SNF du beurre blanc, économise une quantité importante d'énergie thermique nécessaire pour éliminer l'humidité. Dans cette méthode, le beurre blanc est le matériau de départ pour la préparation du ghee. Le beurre blanc obtenu après barattage de la crème est fondu dans une cuve de fusion du beurre en le chauffant à 80 °C. Ceci est suivi par le pompage du beurre fondu dans un réservoir de stockage à double enveloppe verticale et laissé au repos pendant environ 30 min. Lorsque le beurre fondu est laissé intact à une température de 70 à 80 °C, le contenu est stratifié en trois couches distinctes, à savoir., une couche supérieure de flocons de caillé dénaturés, une couche intermédiaire de graisse et une partie inférieure de babeurre. Le babeurre, présent dans les strates inférieures, représente 60 à 70% de la SNF totale du lait et [ 80% de l'humidité normalement présente dans le beurre blanc. Sans perturber les couches supérieures et intermédiaires, le babeurre est manuellement. .(Kumbhare et al., 2023, p. 13) retiré du fond. Le contenu restant est ensuite transféré dans une chaudière à ghee, où il est traité de la même manière que dans la méthode du beurre de crèmerie (Fig. 4). Cette technique offre les avantages d'économiser jusqu'à 35 à 50% de la consommation de carburant, de réduire jusqu'à 45% du temps et des efforts, et de traiter le ghee avec des niveaux réduits d'acides gras libres (Aneja et al. 2002). (Kumbhare et al., 2023, p. 14)

#### **2.Le S'men algérien**

Depuis l'antiquité, il est bien connu que les femmes nomades jouent un rôle crucial dans la transformation du lait en produits dérivés traditionnels, comme le beurre, réalisé dans un lieu traditionnel connu sous le nom de "El-khaïma".



Figure 13 El-khaima

## 2.1. Procédés de préparation

### 2.1.1. La traite de lait

Le lait est collecté à partir d'animaux sains tels que des chèvres, des brebis et des vaches. Cette opération est réalisée manuellement dans des récipients propres. Le lait est versé progressivement dans des bidons généralement en aluminium ou en plastique. La traite se déroule soit le matin soit après le coucher du soleil. Ensuite, le lait collecté lors des deux traites est mélangé et mis dans El-chekoua.

### 2.1.2 Le barattage

Après la collecte du lait, le barattage s'effectue dans un récipient nommé "el chekoua" (photo 10), fabriqué à partir de la peau des caprins. Cette opération dure environ deux heures. Ce récipient est également connu sous plusieurs noms : baratte = ayasult (Marlière et Costa, 2007). Les étapes du barattage se déroulent comme suit :

- A - Le lait fermenté est introduit dans la cavité de la chekoua à l'aide d'un entonnoir .
- B - Le lait fermente et gonfle .
- C - La chekoua est fermée .

D - Le barattage commence. Si la température est froide, le barattage du lait aura lieu le lendemain. En cas de chaleur, le lait collecté est baratté le jour même.



Figure 14 EL-chekoua

### 2.1.3Extraction du beurre

L'extraction du beurre suit les étapes suivantes :

- Refroidissement et regroupement des grains de beurre par l'ajout d'eau froide. Ensuite, le barattage se poursuit pendant quelques minutes jusqu'à ce que des globules de matière grasse soient obtenus.
- Filtration pour séparer le babeurre des grains de beurre cru obtenus (figure3)

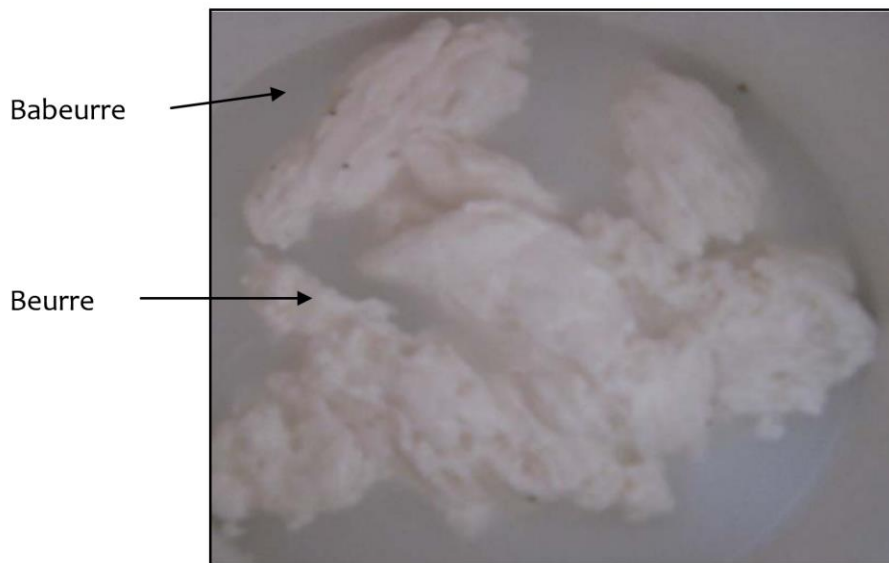


Figure 15 Beurre et babeurre

#### **2.1.4. Conditionnement**

Le beurre traditionnel, étant un produit périssable, nécessite d'être conservé à une température basse (entre 2°C et 4°C) ou consommé immédiatement après sa production. Étant donné que les bédouins de la région de Béchar disposent de moyens de réfrigération quasiment inexistants, il est essentiel de le transformer en un produit dérivé. Ce produit dérivé, connu sous le nom de "D'han" chez les nomades, est traditionnellement conservé à température ambiante dans un récipient appelé "O'kka" pour une meilleure conservation.

### **3. Procédé de fabrication moderne**

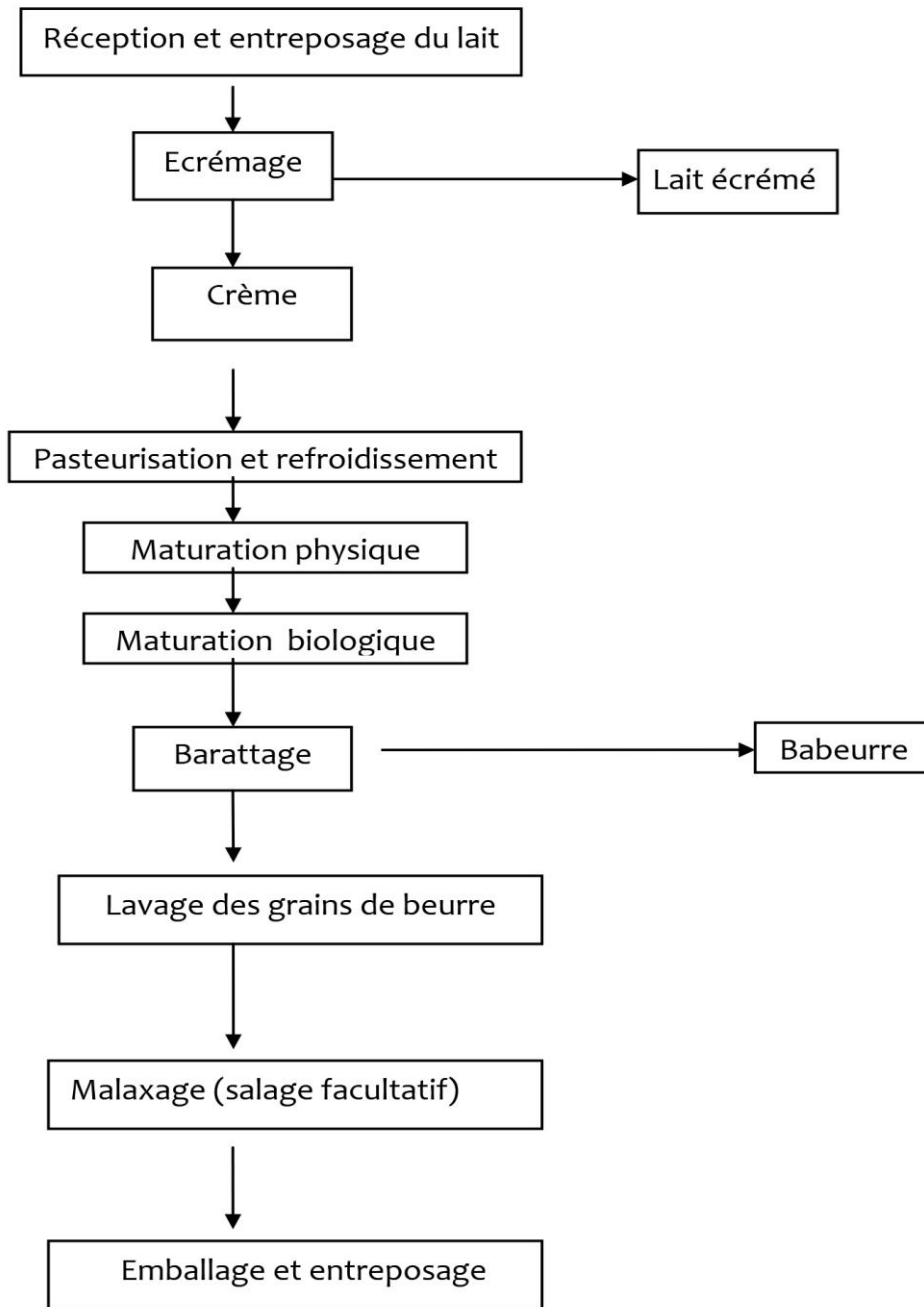


Figure 16 Etapes de fabrication du beurre

## 4.Composition chimique:

L'analyse chimique du ghee englobait la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode, l'indice de saponification et l'insolubilité, tels que déterminés par la méthode IUPAC (1979). (*Composition of Ghee (Samn Barri's) from Cow's and Sheep's Milk. Pdf*, n.d., p. 1) .

### 4.1.Composition en acides gras :

L'analyse de la composition en acides gras du TTG a impliqué une procédure conventionnelle de saponification / méthylation. Initialement, 60 mg d'échantillon ont été combinés avec 200  $\mu$ L de KOH méthanolique 2% dans des tubes en verre à bouchon vissé. Le mélange a été agité pendant 5 minutes puis laissé à température ambiante pendant 30 secondes. Après acidification avec 1 g de NaHSO<sub>4</sub>, les acides gras libérés ont été extraits deux fois à l'aide de 4 mL d'isooctane à chaque fois. Par la suite, 2 mL d'étalon interne à 5 mg/mL (C11: 0) ont été introduits dans le mélange d'acides gras et tourbillonnés pendant 1 minute à température ambiante. Les esters méthyliques d'acides gras (FAMES) ont ensuite été extraits avec 4 mL d'isooctane. Cette solution d'isooctane contenant des FAMES a subi une analyse par Chromatographie en phase Gazeuse-Détecteur à ionisation de flamme (GC-FID) pour quantifier les acides gras. En utilisant les mêmes conditions de détection, le temps de rétention de chaque ester méthylique d'acide mono-gras a été comparé à la norme pour l'identification et à la zone de pic pour l'analyse quantitative. Une chromatographie en phase gazeuse a été réalisée sur une colonne capillaire de silice fondue (HP-INNOWAX, 0,25 mm $\times$ 0,25  $\mu$ L $\times$ 30 m), avec la température d'entrée réglée à 250°C. Après avoir maintenu l'échantillon à température ambiante pendant 2 minutes, la température du four a été augmentée à 240°C à une vitesse de 10°C / min et maintenue pendant 10 minutes. De l'azote de haute pureté a servi de gaz vecteur à un débit de 1,1 mL/min, et l'injection de 1  $\mu$ L de l'échantillon a été effectuée à l'aide du système d'injection en mode fractionné. (*Raditional Tibetan Ghee: Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Composit.Pdf*, n.d., p. 828).

Les compositions en acides gras des échantillons de ghee ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse (GC) selon le protocole décrit par Metcalfe et al. (1966). Les esters méthyliques d'acides gras ont été détectés à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Shimadzu (GC-16A) équipé d'un détecteur à ionisation de flamme réglé à 260°C. Les

débits d'hydrogène, d'air et d'azote ont été maintenus à 50, 450 et 60 ml/min, respectivement. Un échantillon de 1 µl a été injecté sur une colonne de 300 cm x 3 mm remplie de succinate de diéthylène glycol (DEGS). La température d'injection a été fixée à 250°C, tandis que la température de la colonne a été maintenue à 190°C. L'identification des esters méthyliques d'acides gras a été basée sur la comparaison des pics des échantillons avec ceux des étalons exécutés sur la même colonne dans des conditions identiques. (*Composition of Ghee (Samn Barri's) from Cow's and Sheep's Milk. Pdf*, n.d., p. 2)

#### **4.2.Acides gras libres (AGL) dans le ghee:**

Les niveaux d'acides gras libres (AGL) dans le ghee, exprimés en pourcentage en poids de groupes acides libres dans les échantillons d'huile, ont été déterminés selon la méthode décrite dans SP:18 (1981). La graisse fondue a été filtrée à l'aide de papier filtre Whatman No.1, et 10 g de l'échantillon fondu ont été mélangés avec 50 ml à 100 ml d'éthanol fraîchement neutralisé et 1 ml d'indicateur de phénolphtaléine. Le mélange a ensuite été titré contre une solution alcaline et bouilli pendant 5 minutes. La teneur en acides gras libres a été calculée à l'aide de la formule suivante: Acides gras libres (en pourcentage, acide oléique) =  $2,82 \times \text{Valeur du titre} / \text{Poids}$ , où T représente le volume en millilitres d'hydroxyde de sodium 0,1 N requis pour le titrage, et W représente le poids en grammes de l'échantillon de ghee prélevé. (*A Study on Physico-Chemical Properties of Uthukuli Ghee..Pdf*, n.d., p. 2094).

La valeur des acides gras libres (AGL) indique la présence d'acides gras non estérifiés, qui peuvent nuire aux aliments en contribuant aux saveurs anormales, en réduisant la stabilité oxydative, en induisant la formation de mousse et en abaissant le point de fumée. La libération d'acides gras libres à partir du squelette glycérol peut entraîner un rancissement hydrolytique (McClements et Decker , 2008). Dans la présente étude, la valeur du % d'AGF pour l'échantillon témoin a été déterminée à 0,79, ce qui est inférieur aux limites admissibles fixées par le Règlement sur la salubrité et les normes des aliments (Normes des produits alimentaires et additifs alimentaires) (2011), qui stipule un maximum de 3. Cependant, dans des études antérieures, les valeurs de FFA étaient de 0,25 (Bhatia et al., 2019), 0,186 (Kumar et coll., 2010), 0,22 (Jing et coll., 2019) et 2,49 (Lamsal et al., 2020). Des écarts dans ces valeurs peuvent résulter de variations des conditions de transformation employées par différents fabricants ou de différences entre les races de vaches. Les valeurs de FFA pour les échantillons témoins et microfluidifiés sont présentées dans le tableau 2, ne révélant aucune

différence significative avec l'augmentation de la pression de microfluidification. Des études de recherche menées par Kumar et al. (2010) et Bhatia et coll. (2019) sur le CG à faible taux de cholestérol préparé à l'aide de  $\beta$ -cyclodextrine n'ont également montré aucune différence significative dans les valeurs des AGL entre le contrôle et le CG à faible taux de cholestérol. Les valeurs de FFA après la microfluidisation suggèrent que le traitement de microfluidisation n'a aucun effet perceptible, maintenant ainsi la stabilité contre le rancissement. (*Evaluation of Fatty Acids and Volatile Compounds in Iranian Ghee by Head Space-Solid Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectroscopy*. Pdf, n.d., p. 149)

### **4.3. Identification et quantification des FAM:**

Identification et quantification des esters méthyliques d'acide gras (FAME) dans le ghee de buffle et de vache menées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse avec détecteur à ionisation de flamme (GC/FID) (Agilent Mod. 7890B) équipé d'une colonne TR-CN100 (épaisseur de film de 60 m  $\times$  250  $\mu$ m ID  $\times$  0,20  $\mu$ m). Les conditions GC/FID ont été définies comme suit: température de l'injecteur à 260 °C, température du détecteur à 300 °C, rapport de division de 100: 1, gaz porteur d'hélium avec un débit de 1,1 mL/min, volume d'injection de 1  $\mu$ L et programme de température commençant à 90 °C pendant 7 minutes suivi d'une rampe de 5 °C/min à 240 °C maintenue pendant 15 minutes. Pour la quantification des acides gras trans des ruminants (rTFA), les conditions GC-FID ont été ajustées: température de l'injecteur à 220 °C, température du détecteur à 250 °C, rapport de division de 50:1, gaz porteur d'hélium avec un débit de 1 mL/min, volume d'injection de 1  $\mu$ L et programme de température commençant à 170 °C pendant 5 minutes suivi d'une rampe de 5 °C/min à 240 °C maintenue pendant 5 minutes. L'identification des EMAG a été réalisée en comparant les temps de rétention avec les étalons chromatographiques, et la quantification a été effectuée conformément à la méthode standard 996.06 (Association of Official Analytical Chemists, 2016). (*Chemical, Physicochemical, Microbiological and Sensory Characterization of Cow and Buffalo Ghee*. Pdf, n.d., p. 445).

La composition en acides gras du ghee déterminée par chromatographie gaz-liquide (GLC). Initialement, les esters méthyliques d'acides gras ont été préparés en estérifiant la graisse avec un réactif méthanolique à l'acide sulfurique, selon la procédure décrite par l'UICPA (1979). Le volume de solution résultant a été ajusté avec de l'hexane pour obtenir une concentration appropriée d'acides gras pour l'analyse GLC. Ces esters méthyliques ont ensuite été soumis à



une analyse de composition en acides gras à l'aide d'un système GC équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (série 7683 B; Agilent Technologies, Little Falls, CA, USA). Les températures de l'orifice d'injection et du détecteur ont été maintenues à 250°C et 289°C, respectivement. La température du four a été programmée pour augmenter de 80 ° C à 240°C à une vitesse de 4 ° C par minute. Un débit de gaz porteur d'azote de 104 mL / min a été utilisé. Une aliquote de 1 µL des esters méthyliques d'acides gras a été injectée dans la colonne (cyanopropyle HP88; 100 m × 0,250 mm × 0,20 µm). L'identification des esters d'acides gras séparés a été réalisée en comparant les temps de rétention avec ceux des esters méthyliques standard d'acides gras (Sigma, St Louis, MO, USA) obtenus dans des conditions identiques. Les niveaux d'acides gras ont été quantifiés en intégrant les pics à l'aide d'un logiciel de GC et rapportés en proportions relatives (%en poids) de la composition totale.(Rachana et al., 2013, p. 92)

La valeur des acides gras libres (AGL) des échantillons microfluidifiés et témoins a été déterminée selon la méthode standard décrite par FSSAI (2015). Initialement, les échantillons ont été fondus sur une plaque chauffante, puis filtrés à l'aide de papier filtre Whatman No.1 pour éliminer les particules en suspension. Par la suite, environ 10 g de l'échantillon fondu ont été pesés avec précision dans un ballon conique, auquel 50 mL d'éthanol à 95% et 1 mL de solution indicatrice de phénolphtaléine ont été ajoutés. Le mélange a été bouilli pendant 5 minutes dans un bain d'eau chaude puis immédiatement titré contre une solution d'hydroxyde de potassium 0,1 N. Le pourcentage de FFA a été calculé à l'aide de l'équation (1): % FFA =  $2,82 \times T W$ , où T représente le volume (en mL) d'hydroxyde de potassium utilisé pour le titrage, et W désigne le poids de l'échantillon (en grammes). .(Dhiman et al., 2022, p. 2)

#### **4.4.Chromatographie en phase gazeuse-Spectrométrie de masse (GC-MS):**

La chromatographie en phase gazeuse-Spectrométrie de masse (GC-MS) est une technique largement utilisée dans divers domaines scientifiques et technologiques. Depuis plus de cinquante ans, GC a joué un rôle déterminant dans le discernement des composants et de leurs proportions respectives au sein des mélanges. Néanmoins, la capacité d'élucider la nature et la structure chimique de ces composés séparés et quantifiés est souvent ambiguë et limitée, nécessitant un système de détection spectroscopique. Parmi ceux-ci, le détecteur spectrométrique de masse (MSD) est le plus fréquemment utilisé, permettant l'acquisition de "l'empreinte" de la molécule sous la forme de son spectre de masse. Les spectres de masse

offrent un aperçu du poids moléculaire, de la composition élémentaire, de la présence de groupes fonctionnels et, avec les spectromètres de masse à haute résolution, parfois même de la géométrie et de l'isométrie spatiale de la molécule. Les applications courantes comprennent: a) L'identification et la quantification des composés organiques volatils et semi-volatils dans des mélanges complexes. b) Déterminer les poids moléculaires et les compositions élémentaires de composés organiques inconnus dans des mélanges complexes. c) Élucidation de la structure de composés organiques inconnus dans des mélanges complexes par appariement spectral avec des spectres de référence et interprétation spectrale préalable. (*1793\_pdf (1).Pdf*, n.d., p. 166) .

#### **4.5.Analyse des Composés volatils par GC / MS**

L'analyse des composés volatils par GC/MS a débuté par le couplage de la fibre SPME avec l'injecteur GC pendant une durée de 4 heures à 260°C pour optimiser l'absorption des composés volatils. Compte tenu de la sensibilité du processus d'absorption et de désorption des composés volatils par la fibre, des expériences ont été menées à des températures de 40, 60 et 100°C. Notamment, les composés volatils ne se sont révélés absorbés sur la fibre qu'à la température de 60°C. Pour la désorption, la fibre SPME a été introduite dans l'entrée de l'injecteur GC (Hewlett-Packard 6890), qui a été connectée à un spectromètre de masse (HP - 6890). Les composés volatils ont subi une désorption thermique et ont été directement transférés sur une colonne de phényl diméthyl siloxane HP-1MS à 5% (60 m×0,25 mm ID×0,25 µm df). (*Evaluation of Fatty Acids and Volatile Compounds in Iranian Ghee by Head Space-Solid Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectroscopy..Pdf*, n.d., p. 149)

Le programme de température du four a commencé à 60°C pendant une durée de 3 minutes, après quoi il a été augmenté jusqu'à 220°C à une vitesse de 4°C par minute. Les températures du détecteur et de l'injecteur ont été maintenues respectivement à 260 et 250°C. L'hélium gazeux d'une pureté de 99,999% a servi de gaz vecteur, s'écoulant à un débit de 1 mL par minute. La fibre SPME est restée dans l'injecteur GC pendant 5 minutes. Les spectres de masse ont été obtenus à 70 eV à l'aide d'un détecteur de spectromètre et comparés aux données des bases de données Wiley et NIST. Le pourcentage relatif de chaque composé a été déterminé en calculant le rapport de la surface sous la courbe de crête de chaque composé volatil à la surface totale. (*Evaluation of Fatty Acids and Volatile Compounds in Iranian Ghee*

by Head Space-Solid Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectroscopy..Pdf, n.d., p. 150)

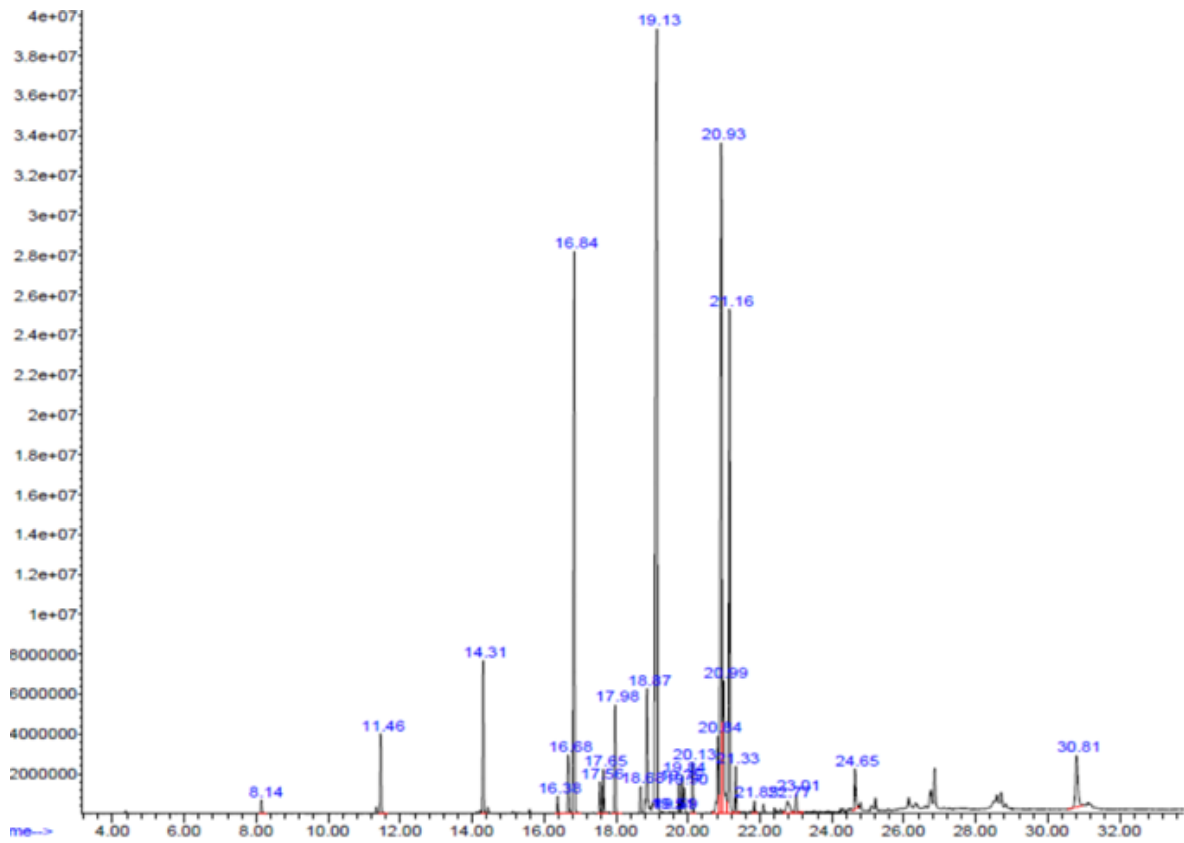


Figure 17 spectrume of murchita ghrita (processed ghrita)

(1793\_pdf (1).Pdf, n.d., p. 167)

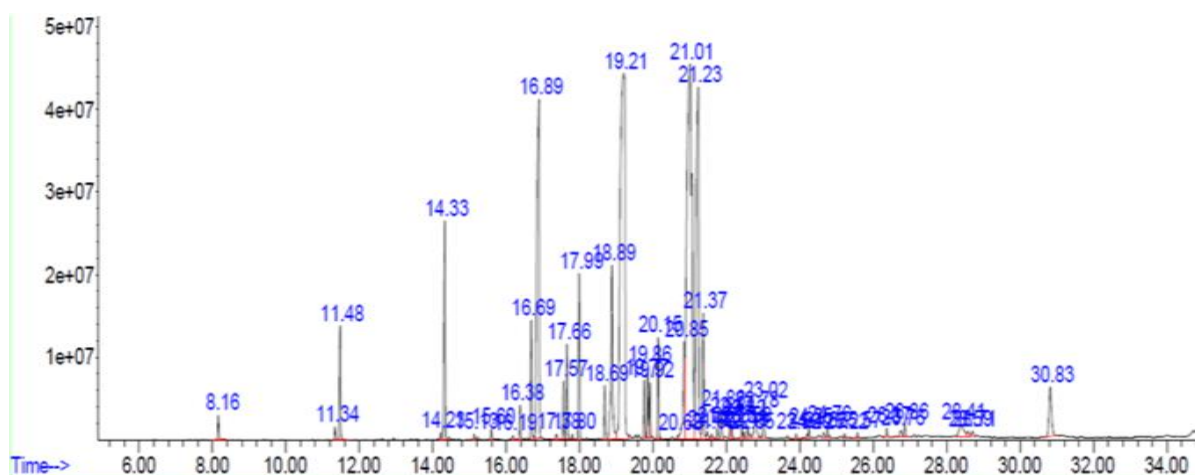


Figure 18 SPECTRUM OF GHRITA (ghee)

(1793\_pdf (1).Pdf, n.d., p. 167)

Components	Ghritha(ghee)	Murchita ghritha (processed ghee)
ALCOHOL	3	3
Ester	13	11
Ether	0	0
Ketone	0	0
Saturated fatty acids	49	45
Unsaturated fatty acids	18	25
total	83	84

Tableau 1 components of ghritha (ghee)

(1793\_pdf (1).Pdf, n.d., p. 167)

## 5 .Caractéristiques physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques telles que les valeurs d'acide, de peroxyde, de saponification et d'iode des échantillons de vaches et de buffles ont été évaluées. L'indice d'acide a été déterminé en combinant 20 g de ghee avec 50 mL d'éthanol neutralisé, suivi d'un titrage contre NaOH 0,1 N selon la méthode standard 940.28 (Association of Official Analytical Chemists, 2016). Pour l'évaluation de l'indice de peroxyde, 5 g de ghee ont été

mélangés avec 0,5 mL de solution saturée de KI et 30 mL d'un mélange de solvants comprenant de l'acide acétique et du chloroforme (3:2). Ce mélange a ensuite été titré contre 0,1 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en utilisant 1% d'amidon comme indicateur, selon la méthode standard 965.33 (Association of Official Analytical Chemists, 2016). La valeur de saponification a été quantifiée selon la méthode standard 920.160 (Association of Official Analytical Chemists, 2016). Dans ce procédé, 5 g de ghee ont ensuite été combinés avec 50 ml de solution alcoolique de KOH dans un flacon( 2) ).Pdf, n.d., p. 445) . Le ballon a été attaché à un réfrigérant à reflux et chauffé pendant une heure, après quoi le mélange refroidi a été titré contre HCl 0,5 N avec de la phénolphthaléine comme indicateur. Enfin, l'indice d'iode a été déterminé selon la méthode Wijs 920.159 (Association of Official Analytical Chemists, 2016). ( 2) ).Pdf, n.d., p. 446)

## **6.Paramètres physico-chimiques:**

Les principales caractéristiques par lesquelles les consommateurs jugent et acceptent principalement la qualité du ghee sont la saveur, la couleur et la texture. Diverses méthodes physiques, telles que la détermination du point de fusion, du point de solidification, de la lecture du BR et de l'indice de réfraction, peuvent être utilisées pour évaluer la pureté du ghee (Kumar et al., 2016). FSSAI et AGMARK utilisent des constantes analytiques ou des normes importantes, notamment la lecture au butyrorefractomètre (BR) à 40°C, la valeur Reichert Meissl (RM), la valeur Polenske, le test Baudouin et la teneur en acides gras libres (FFA), pour garantir la qualité authentique du ghee pour les consommateurs. La valeur de saponification et la lecture du butyro-refractomètre fournissent une indication globale des acides gras constitutifs présents (Rangappa et Achaya, 1974) ).(Bhavaniramy et al., n.d., p. 259)

### **6.1.Reichert-Meissl (Rm):**

Valeur de Reichert-Meissl (Rm) Les valeurs RM sont l'un des paramètres analytiques les plus largement utilisés pour identifier la qualité du ghee. Les valeurs RM sont le nombre de solution alcaline 0,1 N nécessaire pour neutraliser la vapeur d'eau volatile, les acides gras solubles dans l'eau distillés à partir de 5 g de graisse dans des conditions spécifiées mesurent de manière significative l'acide butyrique (C4:0) et caproïque (C6:0). Tout en mesurant principalement la valeur RM du ghee, il est soumis à une saponification et à un chauffage

avec une solution d'hydroxyde de sodium de glycérol, puis divisé par traitement avec de l'acide sulfurique dilué. Les acides volatils présents dans le ghee sont mesurés par distillation immédiate à la vapeur d'eau et les acides volatils solubles dans le distillat sont ensuite filtrés et estimés par titrage avec une solution standard d'hydroxyde de sodium. Le ghee contient principalement des glycérides d'acide butyrique et caproïque. La valeur RM de la matière grasse du lait varie de 17 à 35, ce qui est bien au-dessus de la valeur (généralement 1) pour toutes les autres matières grasses et huiles à l'exception de l'huile de coco et de l'huile de palmiste pour lesquelles la valeur varie entre 4 et 8. L'oléine de palme et la graisse corporelle de mouton ajoutées individuellement n'ont pu être détectées qu'à des niveaux de 15% dans des échantillons regroupés de ghee de vache et de buffle sur la base de la détermination de la valeur RM. Un mélange d'oléine de palme et de graisse corporelle de mouton était détectable à des niveaux de 6+14 (20) et 9+21 (30) pour cent Récemment Amit Kumar et al., (2016) [3, 20] ont étudié la valeur moyenne de trois échantillons de ghee parmi lesquels les échantillons 1 et 2 ont été trouvés 28 et 29, qui répondent à la valeur standard requise. Considérant que la valeur RM de l'échantillon 3 (40,2) a été trouvée en dehors de la plage standard(Bhavaniramy et al., n.d., p. 259)

La valeur de Reichert-Meissl (RM) indique le volume de solution alcaline 0,1 N nécessaire pour neutraliser les acides gras volatils solubles dans l'eau distillés à partir de 5 g de matières grasses dans des conditions spécifiques. Ce paramètre est particulièrement significatif pour la matière grasse du lait car il reflète principalement la présence d'acides butyrique (C4:0) et caproïque (C6:0). La valeur RM pour la matière grasse du lait se situe généralement entre 17 et 35, ce qui est nettement plus élevé que les valeurs habituelles d'environ 1 pour les autres matières grasses et huiles, à l'exception de l'huile de coco et de l'huile de palmiste, qui vont de 4 à 8. On a observé que l'introduction de graines de coton dans l'alimentation des animaux laitiers diminuait la valeur RM du ghee de 5 à 6 unités. Patel [19] a observé une valeur RM plus élevée dans le ghee de buffle par rapport au ghee de vache. De plus, les huiles végétales et les graisses corporelles animales présentent des valeurs RM minimales contrairement aux valeurs considérablement plus élevées observées dans le ghee de vache et de buffle. Cette technique permet de détecter une adultération de l'huile végétale supérieure à 10% dans le ghee. Pranoti [20] a noté que l'analyse de la valeur RM pouvait identifier du ghee de vache pur frelaté avec de la graisse corporelle à un niveau de 10% et du ghee de buffle pur frelaté avec de la graisse corporelle à un niveau de 20%. Rakesh [21] a constaté que le ghee de vache pur frelaté avec de l'huile de soja à 5% ou plus et des graisses corporelles animales

individuelles à 10% ou plus pouvaient être détectés à l'aide des valeurs RM. De même, l'adultération du ghee de bufflonne avec l'un de ces adultérants à des niveaux supérieurs ou égaux à 20% pourrait être détectée à l'aide de l'analyse de la valeur RM. (Hazra et al., n.d., p. 903).

## **6.2. Polenske Value:**

La valeur Polenske indique le volume de solution alcaline 0,1 N nécessaire pour neutraliser les acides gras volatils à la vapeur et insolubles dans l'eau distillés à partir de 5 g de matières grasses dans des conditions spécifiées. Cependant, cette valeur mesure principalement les acides caprylique (C8:0) et caprique (C10:0). La valeur Polenske se situe généralement entre 1,2 et 2,4 pour la matière grasse du lait. Par rapport aux autres huiles et graisses, cette valeur est généralement inférieure, à l'exception de l'huile de coco (15-20) et de l'huile de palmiste (6-12) (Bhavaniramy et al., sans date, p. 259).

La valeur Polenske indique le volume de solution alcaline 0,1 N nécessaire pour neutraliser les acides gras volatils à la vapeur et insolubles dans l'eau distillés à partir de 5 g de matière grasse dans des conditions spécifiques. Cette valeur reflète principalement la présence d'acides caprylique (C8:0) et caprique (C10:0). La valeur Polenske pour la matière grasse du lait varie généralement de 1,2 à 2,4. De même, cette valeur reste faible (moins de 1) pour les autres huiles et graisses [5,16], à l'exception de l'huile de coco (15-20) et de l'huile de palmiste (6-12). Il a été observé que l'alimentation des graines de coton aux animaux laitiers diminuait la valeur Polenske du ghee de 0,3 à 0,7 unité [14]. Patel (2011) a observé une plage de valeurs Polenske globale de 1,30 à 1,80 pour le ghee pur de vache et de bufflonne, avec des écarts à 1,28 dans les cas où le ghee était adultéré avec plus de 15% de graisse corporelle par rapport à la plage normale. Cependant, une autre étude de Pranoti [19] a suggéré que la valeur Polenske n'était pas appropriée pour détecter l'adultération dans le ghee avec de la graisse corporelle à quelque niveau que ce soit. Des résultats similaires ont été rapportés par Rakesh [21], qui a constaté que la valeur Polenske ne pouvait pas être utilisée pour détecter l'adultération dans le ghee jusqu'à des niveaux de 20%. (Hazra et al., n.d., p. 903)

## **6.3. Valeur de saponification (Sv):**

La Valeur de saponification (Sv) représente la quantité de milligrammes de KOH nécessaire pour saponifier un gramme de graisse, indiquant indirectement le poids moléculaire moyen

des acides gras présents. Pour la matière grasse du lait, la graisse corporelle animale, les huiles végétales et les graisses hydrogénées, le Sv varie généralement de 210 à 233, 192 à 203, 170 à 197 et 197 à 199, respectivement. L'introduction de graines de coton dans l'alimentation des animaux laitiers diminue cette valeur de 7 unités (Rangappa et Achaya, 1974). L'auto-oxydation peut induire une hydrolyse partielle des graisses en acides gras et en glycérol. Pendant l'oxydation, les glycérides donnent des acides gras de faible poids moléculaire et les acides gras insaturés subissent une oxydation pour former des hydroxyacides et des peroxydes, augmentant ainsi l'absorption de la potasse par les graisses (Lea, 1939). (Bhavaniramya et al., n.d., p. 259)

#### **4.4.Lecture du réfractomètre butyro (BR) :**

La lecture du réfractomètre au butyro (BR) sert d'indicateur de la pureté du ghee. Une lecture BR plus élevée suggère la présence d'adultérants tels que l'huile végétale ou la graisse animale. Pour le ghee dérivé de races indiennes de vaches et de buffles Murrah, les lectures BR varient généralement de 43 à 43,7 et 42,5, respectivement. Singh et Singh (1960) ont observé des valeurs de BR pour le ghee de vache allant de 40,35 à 44,8, et pour le ghee de buffle allant de 40,6 à 44,3. Les lectures BR du ghee présentent une variabilité, entraînant des variations dans les spécifications établies par le règlement sur la prévention de la falsification des aliments (PFA) d'un État à l'autre (PFA, 2005). (Bhavaniramya et al., n.d., p. 259).

#### **6.5.Point de Fusion**

Le point de fusion, également appelé intervalle de fusion et point de solidification, est un paramètre courant utilisé pour déterminer les caractéristiques de la matière grasse du lait. Il représente la température à laquelle la graisse solidifiée passe complètement à l'état liquide. Lorsque la fusion se produit sur une plage de température, on parle d'intervalle de fusion. Selon une étude de Godbole et Sadgopal (1939) , le point de fusion du ghee de vache varie de 28,5 à 42,0°C, tandis que pour le ghee de buffle, il se situe entre 32,0 et 43,5°C. Le ghee de vache et de buffle semblent avoir un point de fusion autour de 36,5°C (Bhalerao et al., 1947). Une autre étude de Changa de et al. (2006) ont signalé le point de fusion moyen le plus élevé de 33,19°C pour le ghee préparé à l'aide de la méthode desi. Il y avait une différence minime dans les points de fusion du ghee préparé par ébullition directe de la crème ou par la méthode du beurre de crèmerie. Rajoria et coll. (1993) ont fourni des constantes analytiques moyennes pour le ghee. (Bhavaniramya et al., n.d., p. 259).



## **6.6.Indice d'iode (IV)**

L'indice d'iode (IV) sert d'indicateur du degré d'insaturation présent dans la matière grasse du lait. Se situant généralement entre 27 et 35, avec une valeur moyenne autour de 30, il permet d'évaluer les niveaux d'insaturation. Singh et coll. (1946) ont documenté des valeurs d'iode allant de 30,7 à 39,1 pour le ghee provenant de races de vaches indiennes et de 29,5 à 37,4 pour le ghee provenant de buffles Murrah. Dans une autre étude, Singh et Gupta (1982) ont rapporté des valeurs d'iode de 31,1 pour le ghee de vache et de 32,2 pour le ghee de buffle. Par la suite, leurs recherches ont révélé des valeurs d'iode de 34,05 et 0,46 pour le ghee de vache et de buffle, respectivement. (Bhavaniramya et al., n.d., p. 259)

Indice de peroxyde:

L'indice de peroxyde et les hydroperoxydes de diènes conjugués représentent des sous-produits importants des processus d'oxydation. Lorsque les acides gras insaturés dans les graisses subissent une oxydation, ils génèrent des hydroperoxydes en tant que produits d'oxydation primaires. Bien que les peroxydes eux-mêmes ne provoquent pas directement de mauvais arômes, leur mesure fournit une indication fiable de l'étendue de l'auto-oxydation. Le taux d'auto-oxydation est un indicateur précieux pour évaluer la durée de conservation du ghee. Après la formation de peroxyde, les doubles liaisons non conjuguées présentes dans les lipides insaturés naturels se transforment en doubles liaisons conjuguées. Ces liaisons conjuguées présentent une forte absorption UV à 233 nm. Par la suite, ils se décomposent en produits secondaires qui n'absorbent pas fortement la lumière UV, ce qui entraîne une diminution de l'absorbance au fil du temps. L'ajout de BHA (0,02%) retarde le développement des diènes conjugués par rapport à l'échantillon de ghee témoin, ce qui démontre un développement progressif des diènes conjugués sur une période de stockage de 21 jours à 80°C (Hirabhai, 2006). (Bhavaniramya et al., n.d., p. 260).

## **7.NORMES DE GHEE**

L'organisation initiale, PFA, est responsable des contrôles de qualité, et le respect des exigences de PFA est obligatoire pour les produits entrant sur le marché. Après PFA, les agences suivantes, BIS et AGMARK, opèrent sur une base volontaire, garantissant aux consommateurs une qualité et une pureté pré-testées. De plus, l'Autorité des poids et mesures

veille à ce que les produits soient emballés avec précision, offrant aux consommateurs l'assurance de leur droit légitime.

Normes PFA du Ghee Selon la Loi sur la prévention de la falsification des aliments (1954), telle que modifiée jusqu'en 2003, le ghee est la graisse clarifiée pure dérivée uniquement du lait ou du beurre desi (cuisson) ou de la crème à laquelle aucun colorant ou conservateur n'a été ajouté. Le ghee ne doit pas contenir plus de 0,5% d'humidité et la limite maximale admissible pour les acides gras libres (AGL), exprimée en % d'acide oléique, est de 3,0, quel que soit l'État et le territoire de l'Union. Le "test Baudouin" est négatif. Les détails des autres exigences PFA pour différents États et territoires de l'union sont donnés dans le tableau 2»

Tableau 2 les détails des autres exigences PFE des différents états et territoires de l'union

État / Territoire de l'Union	Lecture du réfractomètre au butyro à 40°C	Minimum Reichert
Arunachal Pradesh, Assam, Goa, Haryana (cotton tract areas), Himachal Pradesh, Jammu & Kashmir, Kerala, Maharashtra (other than cotton tract areas), Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland, Orissa, Rajasthan (other than cotton tract areas), Tripura, Uttar Pradesh, Uttaranchal, Lakshadweep	40.0 – 43.0	26
Bihar, Haryana (autres que les zones de culture du coton), Pendjab, Sikkim, Bengale occidentale (autres que les zones de la sous-division de Bishnupur), Chandigarh	40.0 – 43.0	28

Andhra Pradesh, Karnataka (régions autres que la région de Belgaum.), Dadra et Nâgar Havéli.	40.0 – 43.0	24
Cotton tract areas* of Gujarat, Madhya Pradesh and Maharashtra; Jodhpur Division of Rajasthan, Bishnupur sub division of West Bengal	41.5 – 45.0	21
Karnataka (région de Belgique)), Madhya Pradesh (zones autres que le secteur du coton) et Pondichéry	40.0 – 44.0	26
Gujarat (zones autres que le secteur du coton)	40.0 – 43.5	24
Andaman & Nicobar	41.0 – 44.0	24
Delhi	40.5 – 43.0	28
Daman & Diu	40.0 – 43.5	24

Les normes AGMARK du Ghee 'Agmark', dérivées de la commercialisation agricole, sont la propriété exclusive du Gouvernement. de l'Inde et non une marque privée. Le classement ou les certifications Agmark concernent les produits agricoles, d'élevage et horticoles. Ces normes sont volontaires et obtenues par les producteurs / fabricants ou emballeurs de ghee (ou de tout autre produit alimentaire) pour garantir aux consommateurs que le produit est de qualité et de pureté pré-testées. Les normes "Agmark" du ghee sont les mêmes dans tout le pays. Sous Agmark, le ghee est classé en trois catégories, à savoir "Spécial" (Étiquette rouge Agmark), "Général" (Étiquette verte) et "Standard". La définition de la qualité pour le "grade standard" est la même que celle définie dans les règles PFA et modifiée de temps à autre. La norme Agmark pour le ghee est indiquée dans le tableau3

TEST	VALUE		
	Toute l'Inde	Hiver	Été
B.R. Reading (40oC)	40 – 43	41.5 – 44.0	42.5 – 45.0
Valeur RM (pas moins de)	28.0	23.0	21.0
Poleske Value	1.0 – 2.0	0.5 – 1.2	0.5 – 1.0
Acides gras libres (% oléique)	a) Catégorie spéciale (étiquette rouge Agmark) pas plus de 1,4		
	b) Grade général (étiquette verte) pas plus de 2,5		
Moisture (%)	Pas plus de 0,3		
Baudouin test	Négatif		

Tableau 3 NORMES DE GHEE SELON LES R2GLES PFE

## 8. Le marché mondial de l'huile de beurre

En 2020, le marché mondial de l'huile de beurre a atteint environ 3,1 milliards USD. On prévoit que ce secteur connaîtra un taux de croissance annuel moyen d'environ 11,6 % entre 2021 et 2026, atteignant près de 6 milliards USD d'ici 2026 (tableau 1). En Iran, la production annuelle d'huile de beurre avoisine 1 500 tonnes, dont près de 500 tonnes sont exportées. Parallèlement, la production de ghee a augmenté ces dernières années, comme le montre la figure 1 illustrant la production annuelle mondiale de ghee de 2017 à 2020. Une multiplication par deux de la production a été observée entre 2017 et 2020. Les principaux producteurs mondiaux de ghee incluent l'Inde, les États-Unis, le Pakistan et la Nouvelle-Zélande.

## Chapitre 02 : S'men

Rank	Country	Share in Export	Export Value
		Value 2021	2021, USD
1	New Zealand	≈ 51.8%	\$1.41B
2	Netherlands	≈ 14.46%	\$394.05M
3	Germany	≈ 5.31%	\$144.63M
4	France	≈ 4.49%	\$122.48M
5	Belgium	≈ 4.44%	\$121.06M
6	Ireland	≈ 3.28%	\$89.29M
7	India	≈ 3.22%	\$87.80M
8	United Kingdom	≈ 3.17%	\$86.31M
9	Spain	≈ 2.27%	\$61.78M
10	United States	≈ 1.4%	\$38.13M

Figure 19 Vue d'ensemble des marchés mondial de l'huile de beurre anhydre

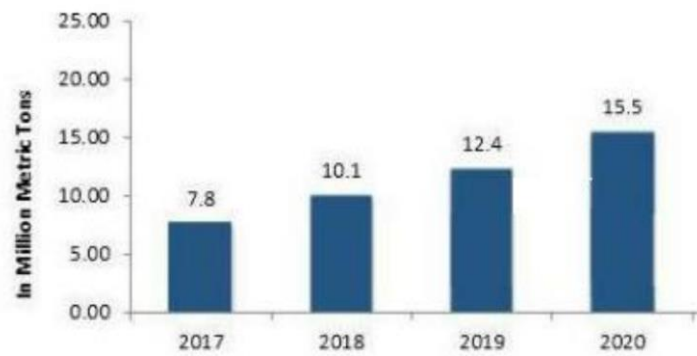


Figure 20 production mondiale du ghee

**Chapitre :**

**Matériel et méthodes**

## **II.1. Echantillonnage :**

Les échantillons issus de fabrication artisanale à partir de laits de collecte d'origines caprine, ovine et bovines provenaient des régions sud, nord, est et ouest de Djelfa.

Ils ont été transportés dans des récipients opaques de 50 g. Pour chaque échantillon, une quantité de 50g a fait l'objet des analyses et 50g a été conservée au laboratoire.

## **Analyses physicochimiques de ghee**

### **1. Indice de saponification**

#### **1.1. Définition**

Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires à la saponification de 1 g du produit testé

#### **1.2. Principe**

L'échantillon d'essai est saponifié par ébullition sous reflux avec un excès d'hydroxyde de potassium éthanolique, suivi d'un titrage de l'excès d'hydroxyde de potassium avec une solution volumétrique d'acide chlorhydrique standard.

#### **1.3. Matériels et réactifs utilisés :**

##### **Matériel**

- Balance analytique
- Fiole de bouchons
- Burette
- Pipette jaugée

##### **Réactifs**

- Ethanol
- Potasse alcoolique de concentration KOH 0.5 mol/l.
- Phénolphtaléine
- Acide chlorhydrique HCL de concentration 0.5 mol/l

#### 1.4.. Mode opératoire :

- Peser 2g de ghee dans un erlenmeyer
- puis on ajoute 25ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol /l.
- Placer le ballon dans un bain marie bouillant pendant 45 à 60 minutes.
- Ajouter 1ml gouttes de phénolphtaléine à 2%.
- Doser l'excès de potasse par d'acide chlorhydrique de concentration 0.5 mol /L tout
- en agitant constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine.
- Effectuer dans les mêmes conditions un essai à blanc.

#### 1.5.Preparation de la solution :

**Hydroxyde de potassium** Potasse alcoolique de concentration KOH 0.5 mol/l : Dissoudre 14,025( g de KOH dans un 250 mL De ethanole 99%.

**Phénolphtaléine, solution à (p = 0,1g/100ml)** : On pèse environ 0,1g d'amidon et on le dissout dans(20ml d'ethanole 95%+ 80 ml d'eau distillée).

**Acide chlorhydrique, solution titrée c (HCl) = 0,5mol/l.**

#### 1.6. Méthode de calcul :

L'indice de saponification est calculé par la formule suivante :

$$I_s = (V_0 - V) \times N \times 56.1 / P$$

$V_0$  : est le volume, en millilitres, de l'acide chlorhydrique , utilisé pour essai à blanc .

$V_1$ : est le volume, en millilitres, de l'acide chlorhydrique, utilisé pour la détermination.

$c$  : est la concentration exacte, d'acide chlorhydrique.

$m$  : est la masse, en grammes, de la prise d'essai (2g).



## 1.7. Essai à blanc

Effectuer un essai à blanc en suivant le même mode opératoire qu'en (1.4), en utilisant également 25,0 ml de la solution éthanolique d'**hydroxyde de potassium**, mais en omettant la prise d'essai.

## 2. Indice de refraction

### 2.1. DÉFINITION

#### **refractive index (of a medium)**

Rapport de la vitesse de la lumière d'une longueur d'onde définie dans le vide à sa vitesse dans le milieu

Note 1 à l'article : Dans la pratique, la vitesse de la lumière dans l'air est utilisée à la place de celle dans le vide et, sauf indication contraire, la longueur d'onde sélectionnée est la longueur d'onde moyenne des raies sodium D (589,6 nm).

Note 2 à l'article : L'indice de réfraction d'une substance donnée varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente et avec la température. La notation utilisée est  $n_tD$ , où  $t$  est la température en degrés Celsius. (ISO6320)

### 2.2. Matériels et réactifs utilisés

#### **Matériel**

Réfractomètre

#### **Réactifs**

Hexane

### 2.3. Mode opératoire

L'indice de réfraction est déterminé selon le mode opératoire suivant :

- Nettoyer le réfractomètre avec du méthanol.

- Ajoutez quelques gouttes d'huile, refermez et ouvrez de nouveau, l'huile devrait couvrir toute la surface de verre, sinon en ajouter.
- Refermez et prenez la mesure en ajustant le réfractomètre pour voir la séparation zone claire zone sombre.
- Ajustez le foyer pour que la ligne de séparation soit précise et sans couleur sur le bord.
- Ajustez l'oculaire pour que les deux traits croisés soient au foyer.
- Ajuster le réfractomètre pour que la ligne de séparation rencontre les deux traits croisés à leur intersection.
- Lire la valeur sur l'échelle.
- Reprendre la mesure plusieurs fois en ajustant par le bas ou par le haut jusqu'à l'obtention d'une valeur reproductible.

### **3. INDICE D'ACIDE**

#### **3.1. DEFINITION**

L'indice d'acide est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenu dans un gramme de corps gras, par contre, l'acidité est le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement selon la nature du corps gras.

#### **3.2. PRINCIPE**

Nombre de milligrammes de potasse (KOH) nécessaires pour neutraliser les acides libres de 1 g de corps gras.

#### **3.2. Matériels et réactifs utilisés**

##### **Matériel**

- Balance analytique.
- Erlenmeyer.
- Pipettes.
- Burette

##### **Réactifs**

- L'eau distillée.

- Solution d'éthanol.
- Solution de phénophtaléine à 1%.
- Solution d'hydroxyde de sodium.

### 3.3. Mode opératoire

- Peser 1g de GHEE dans un erlenmeyer.
- Ajouter 5 ml d'éthanol à 95%
- 5 gouttes de phénolphtaléine (PP) à 0.2%.
- Neutraliser en agitant par une solution éthanoïque de KOH (0.1 mole /l) jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante

#### Préparation de la solution

**Phénolphtaléine, solution à (p = 0,1g/100ml)** dans l'éthanol à 95 % (fraction volumique).

### 3.4. MODE DE CALCUL

L'indice d'acide est calculé comme suit :

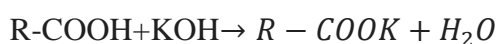
$la \text{ (mg de KOH /g)} = (V_{HCl} \text{ témoin} - V_{HCl} \text{ essai}) N. PM_{KOH} / P$

Avec:

P: prise d'essai (g)

N : normalité de l'HCl

V: volume (ml)



Hydroxyde                      savon                      eau

De potassium

## 4. CCM (Chromatographie sur couche mince)

### 4.1. OBJET

Cette section décrit la préparation et l'extraction de la matière insaponifiable des GHEE .

### 4.2. PRINCIPE

Une prise d'essai est saponifiée en portant à ébullition sous reflux avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. La matière insaponifiable est extraite avec de l'éther diéthylique.

### **4.3 .Matériel et réactifs utilisés**

#### **Matériel**

- Erlenmeyer
- Ampoule à décanter
- Balance analytique

#### **Réactifs**

- Hexane
- Potassium hydroxide  $c(\text{KOH}) \gg 1 \text{ mol/l}$ .
- Eau distillée
- Éthanol

### **4.4. PRÉPARATION DE LA MATIÈRE INSAPONIFIABLE**

La graisse ou l'huile est saponifiée par ébullition à reflux avec une solution éthanolique de potasse, puis les insaponifiables sont extraits de la solution savonneuse à l'aide de l'hexane.

#### **4.4.1 SAPONIFICATION**

##### **Mode opératoire :**

- Peser 1g de ghee dans un erlenmeyer
- puis on ajoute 10ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol /l.
- Ajouter 10ml d'eau distillée
- Placer le ballon dans un bain marie bouillant pendant 15 à 20 minutes.

#### **4.4.2. Extraction des insaponifiables**

Transférer la solution dans une ampoule à décanter de 250 ml Rincer le flacon et l'anti-bumping.

Granulés plusieurs fois avec de l'hexane, en utilisant au total 50 ml, et verser ces rinçages dans l'ampoule à décanter.

Boucher et agiter vigoureusement pendant 1 min en relâchant périodiquement la pression en retournant l'ampoule à décantation et ouvrant prudemment le robinet .

##### **préparation de la solution :**

Potasse alcoolique de concentration KOH 1N : Dissoudre 14,025 de KOH dans un 250 mL De ethanol 99%.

## **5.GC-MS**

### **5.1.PRINCIPE :**

La technique d'analyse en laboratoire GC-MS désigne la combinaison des techniques par chromatographie en phase gazeuse avec la spectrométrie de masse. Cette technique a pour principal objectif d'identifier ou de quantifier des substances en faible quantité, même très minime dans les solutions et extraits étudiés en séparant différents composés volatils et semi-volatils d'un mélange.

L'analyse du mélange peut se faire de manière qualitative, semi-quantitative et quantitative. L'utilisation de la spectrométrie de masse sert à détecter et identifier les substances présentes en séparant les composés volatils et semi-volatils du mélange pour les analyser quantitativement et qualitativement.

### **5.2. Matériel et réactifs utilisés**

#### **Matériel**

- Tube conique
- GC-MS
- Pipette
- Erlenmeyer
- Centrifugeuse

#### **Réactifs**

- Hexane
- KOH
- Méthanol

### **5.3. PREPARATION DE LA SOLUTION**

Potasse alcoolique de concentration KOH 2N : : Dissoudre 28,5 g de KOH dans un 250 mL de méthanol .

### **5.4. Mode opératoire :**

#### **5.4.1 Estérification**

Pour peser 0,150 mg de ghee dans un tube de 10 ml, on ajoute 2,5 ml de la solution de KOH préparée. On la mélange manuellement pendant deux minutes, puis on la laisse reposer un peu pour s'assurer que le processus d'estérification est terminé. Ensuite, on en ajoute 4. ml d'hexane, mélangez-le jusqu'à ce qu'il soit homogène, et enfin ajoutez environ 1 g de MgSO<sub>4</sub> que nous avons préparé et séché à une température de 60 degrés Celsius après toutes les étapes précédentes ,on le met dans la centrifugeuse pendant 6 minutes à 5000 g.

#### **5.4.1 Analyse par GC-MS**

Le GC utilisé était un chromatographe en phase gazeuse Perkin Elmer Clarus680 couplé à un spectromètre de masse Clarus SQ 8T (USA) avec ionisation par impact d'électrons (EI).

Équipé d'une colonne Rtx-5MS (30 m × 0,25 mm ID, 0,25 um df, RESTEK, USA) directement couplée à un spectromètre de masse et à un gaz vecteur d'hélium à un débit de 1 mL/min. Après trois minutes à 60 degrés Celsius, le four a été portée à 175 degrés Celsius à un taux de 5 degrés Celsius par minute, et il y est resté pendant quinze minutes. Enfin, après cela, il a été élevé à 220 °C pendant dix minutes à raison de 2 °C par minute. Le contraste entre les véritables normes des EMAG générées et examinées dans des conditions identiques à celles des pics GC durées de rétention ont permis d'identifier les acides gras isolés (Karrar et al., 2022).

## **Chapitre III :**

### **Résultats et Discussion**

**III.1. Indice d'acide :**

Les résultats de l'indice d'acide contenus dans nos 16 échantillons respectifs sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 indice d'acide**

		<b>Indice d'acide (mg KOH/g)</b>	<b>S'men</b>
1	1	8,976	Ovin Guttara
1	2	12,903	Ovin Est Djelfa
1	3	24,684	Ovin
1	4	9,8175	Ovin Znina
1	5	18,513	Ovin Bouss
1	6	8,415	Ovin
1	7	11,22	Ovin Biskra
2	1	8,415	Bovin
2	2	5,61	Bovin Lagh
2	3	14,25	Bovin
2	4	2,805	Bovin Charef
2	5	15,147	Bovin Ain Ouss
2	6	11,22	Bovin Guern
3	1	22,44	Caprin
3	2	25,245	Caprin
3	3	6,171	Caprin Hassi F



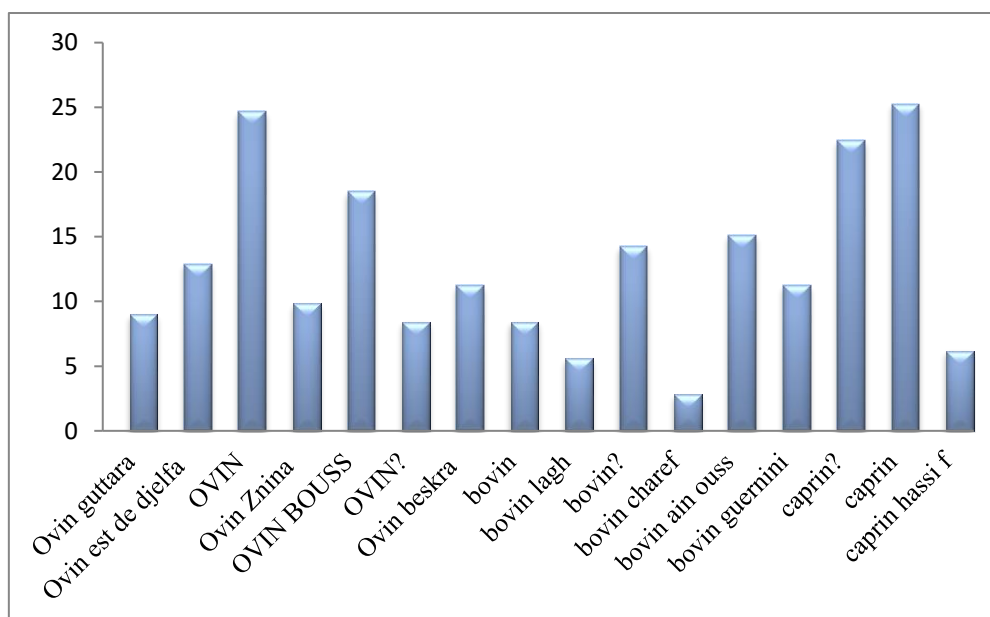


Figure 21 indice d'acide

Les résultats expérimentaux de la détermination de l'indice d'acide de seize (16) échantillons provenant de trois races et de (11) localités différentes sont donnés dans le tableau III.1. L'objectif de ce test est d'évaluer la teneur en acides libres dans les échantillons étudiés dans le but L'acidité permet d'estimer le taux de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acide gras des triglycérides.

Les échantillons étudiés se montrent conformes avec les normes en vigueur.

Les résultats obtenus montrent une différence significative entre les échantillons de la même race. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les échantillons n'ont pas été conservés dans les mêmes conditions.

Les résultats étaient moins importants que plusieurs études décrites dans la littérature.

Le FFA est le résultat de l'hydrolyse de la graisse ou de l'huile en raison de la présence d'humidité ou de l'activité de la lipase (Adawiyah et al., 2012, Orhevba et al., 2013), ou en raison de l'oxydation des lipides à la suite des produits de dégradation des hydroperoxydes pendant le stockage (Eldin, 2010). Traditionnellement, lors de la production de Samen Baladi, les traces d'humidité sont éliminées en ajoutant des céréales de boulgour, de plus, l'enzyme sera désactivée par la haute température (Shende et al., 2014). En conséquence, il n'est pas prévu d'avoir des niveaux élevés d'acidité en raison de la teneur en humidité, sauf en cas de

pratiques de manipulation incontrôlées qui accélèrent de manière spectaculaire la détérioration du ghee. Parmi les mauvaises pratiques de manipulation et de stockage rencontrées au cours de l'enquête, l'utilisation de matériaux d'emballage en plastique transparent, l'absence d'ombrages pour protéger la lumière ou la lumière directe du soleil de pénétrer dans les produits, de plus, de nombreux producteurs gardent le produit directement sous les ampoules d'éclairage comme méthode de décoration attrayante pour attirer le client. Il est bien documenté et prouvé que la lumière est l'un des facteurs les plus significatifs qui accélère la dégradation des graisses et le rancissement (Sohail et al., 2010). (Mai *et al.* 2021)

L'intensité de l'hydrolyse de la matière grasse est exprimée en indice d'acide. Elle varié d'un échantillon à l'autre (EL-MARRAKCHI et al.,1986). (HAMEL Kauthar et al.2021)

La lipase est l'une des enzymes les plus importantes pour l'hydrolyse des huiles et la formation d'acides gras libres (FFA). De plus, la température de stockage et la teneur initiale en FFA, qui peuvent agir comme catalyseurs dans la production de plus d'acides gras libres, ont un impact significatif sur le niveau d'acidité (Ayton et al., 2012). (Darshan Lal et al.)

**III. 2. Indice de réfraction**

Tableau 5 INDICE DE REFRACTION

<b>S'man</b>	<b>IR</b>	<b>BR</b>
<b>Ovin guttara</b>	1,4615	42,0077
<b>Ovin est de djelfa</b>	1,4635	42,0097
<b>OVIN</b>	1,46	42,0062
<b>Ovin Znina</b>	1,495	42,0412
<b>OVIN BOUSS</b>	1,4563	42,009
<b>OVIN?</b>	1,4575	42,0037
<b>Ovin biskra</b>	1,45911	42,00531
<b>bovin</b>	1,4608	42,007
<b>bovin lagh</b>	1,4576	42,0038
<b>bovin?</b>	1,46116	42,00736
<b>bovin charef</b>	1,4548	42,001
<b>bovin ain ouss</b>	1,4601	42,0063
<b>bovin djelfa</b>	1,4636	42,0098
<b>caprin?</b>	1,461	42,0072
<b>caprin lagh</b>	1,4651	42,0113
<b>caprin hassi f</b>	1,4578	42,004

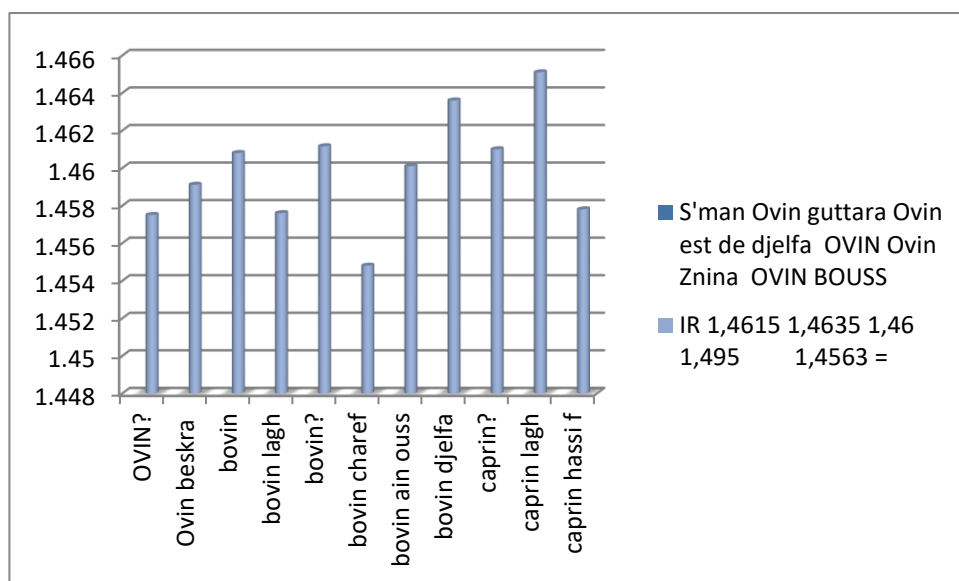


Figure 22 indice de refraction

Les résultats expérimentaux de la détermination de l'indice de refraction (16) échantillons provenant de trois races et de (11) localités différentes sont donnés dans le tableau. L'objectif de ce test est d'identifier une espèce chimique et de contrôler sa pureté, de déterminer la composition d'un mélange (fraction molaire).

Les indices de réfraction (RI) de tous les échantillons collectés au cours des deux saisons étaient significativement plus élevés que le niveau acceptable spécifié dans la règle technique jordanienne sur le Ghee ( $p < 0,05$ ) (JSMO, 2009), variée entre 1,4688-1,4737. Il est clair que lorsque l'huile est exposée à la chaleur, des peroxydes et des produits polymérisés se forment, rendant l'huile plus trouble ; par conséquent, l'IR sera élevé (Ngassapa et al., 2012). Le protocole traditionnel de transformation du ghee (Samen Baladi) affecte la matière grasse dès le premier jour en raison du traitement thermique intense accompagné de conditions atmosphériques non contrôlées, ce qui active les épisodes d'oxydation. (Mai et al ,2021)

D'après Les niveaux acceptables des paramètres de qualité selon la règle technique jordanienne (JSMO, 2009) sont 1.4524–1.4561 On constate que tous les échantillons étudiés dépassent les limites établies par (JSMO, 2009) sauf bovin charef.

Le lecteur de butyro-réfractomètre (BR) est l'indice de pureté du ghee. Une augmentation de la valeur de lecture du BR indique l'adultération du ghee avec d'autres graisses comme l'huile végétale et la graisse animale. La lecture du BR du ghee des races de vaches indiennes et des buffles Murrah était comprise entre 43 et 43,7, et 42,5. Singh et Singh (1960) ont rapporté que les valeurs de BR du ghee de vache étaient comprises entre 40,35 et 44,8, tandis que celles du

ghee de buffle étaient comprises entre 40,6 et 44,3. La lecture du BR du ghee montre des variations, et donc la spécification de cet attribut par l'AFSSA varie d'un état à l'autre (AFSSA 2005) . (Sundaresan et al,2018)

D'après Tanmay (2017) la lecture du B.R. ou l'indice de réfraction des huiles et graisses augmente avec l'augmentation de l'insaturation et aussi de la longueur de la chaîne des acides gras. Les lectures de B.R. des graisses corporelles animales se situent dans la plage de 44 à 51 [5]. L'adultération du gras de lait avec des graisses corporelles animales et du vanaspati [17] à un niveau de 5 à 20 pour cent augmente ses lectures de B.R. Arora et al. [18] ont mis au point un test de plateforme simple pour la détection d'huile végétale (huile de moutarde raffinée) ajoutée au lait à un niveau supérieur à 10 pour cent de la graisse originale, sur la base de l'augmentation de la lecture du B.R. de la graisse.

### III .3. Indice saponification

Tableau 6 INDICE DE SAPONIFICATION

<b>OVIN</b>	1	1	259,4625	Ovin Guttara
	1	2	224,4	Ovin Est Djelfa
			210,375	Ovin Biskra
	1	4	217,3875	Ovin Znina
	1	5	238,425	Ovin Bouss
	1	6	203,3625	Ovin
<b>BOVIN</b>	2	1		Bovin Guernini
	2	2		Bovin
	2	3	182,325	Bovin Lagh
	2	4	210,375	Bovin
	2	5	217,3875	Bovin Charef
<b>Caprin</b>	2	6	196,35	Bovin Ain Ouss
	3	1	231,4125	Caprin Hassi F
	3	2	166,8975	Caprin

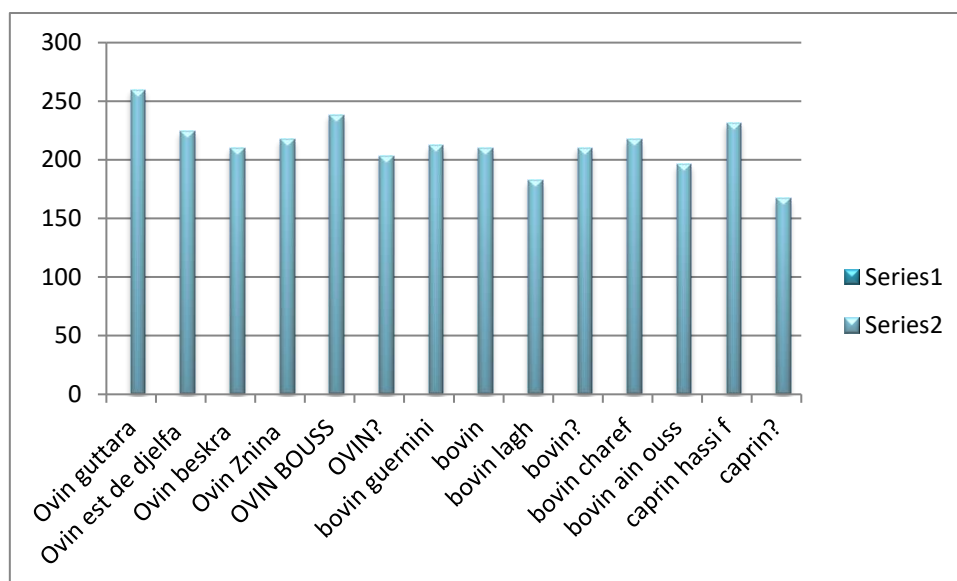


Figure 23 INDICE DE SAPONIFICATION

La connaissance de l'indice de saponification permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses, auxquels il est inversement proportionnel.

Nous avons remarqué aussi une grande augmentation de l'indice de saponification ovin guttara 259,4625 et ovin Boussaâda 238,425.

Les travaux antérieurs montrent des valeurs comprises entre 140,25 et 228,60 pour l'origine Bvine .( Tayeb Idoui et al .2010).

La valeur de saponification, qui indique le nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour saponifier un gramme de graisse, donne une indication du poids moléculaire moyen des acides gras présents. Pour la graisse de lait, les graisses animales, les huiles végétales et les graisses hydrogénées, la valeur varie de 210 à 233, de 192 à 203, de 170 à 197 et de 197 à 199, respectivement. ( Tanmay et al.2017°

Quelque résultat très faible en comparaisant à celle de s'men bovin obtenu par RAHELE,(2023) . Qui sont respectivement de 230.57 et 215,38.et à celle de s'man ovin obtenu par Abdulrhman AI-Khalifah,(1992)

Un indice de saponification faible indique des acides gras avec des chaînes carbonées plus longues. Cet indice permet de caractériser un acide gras en fonction de la longueur de sa chaîne (MARRAKCHI et al., 1986; LAHSAOUI, 2009).( HAMEL Kauthar et al.2021)

### III.4. Profils chromatographiques des EMAGs :

Les profils chromatographiques des EMAGs gratifiés par GC-MS des échantillons de smen estérifiés sont présentés ci-dessous :

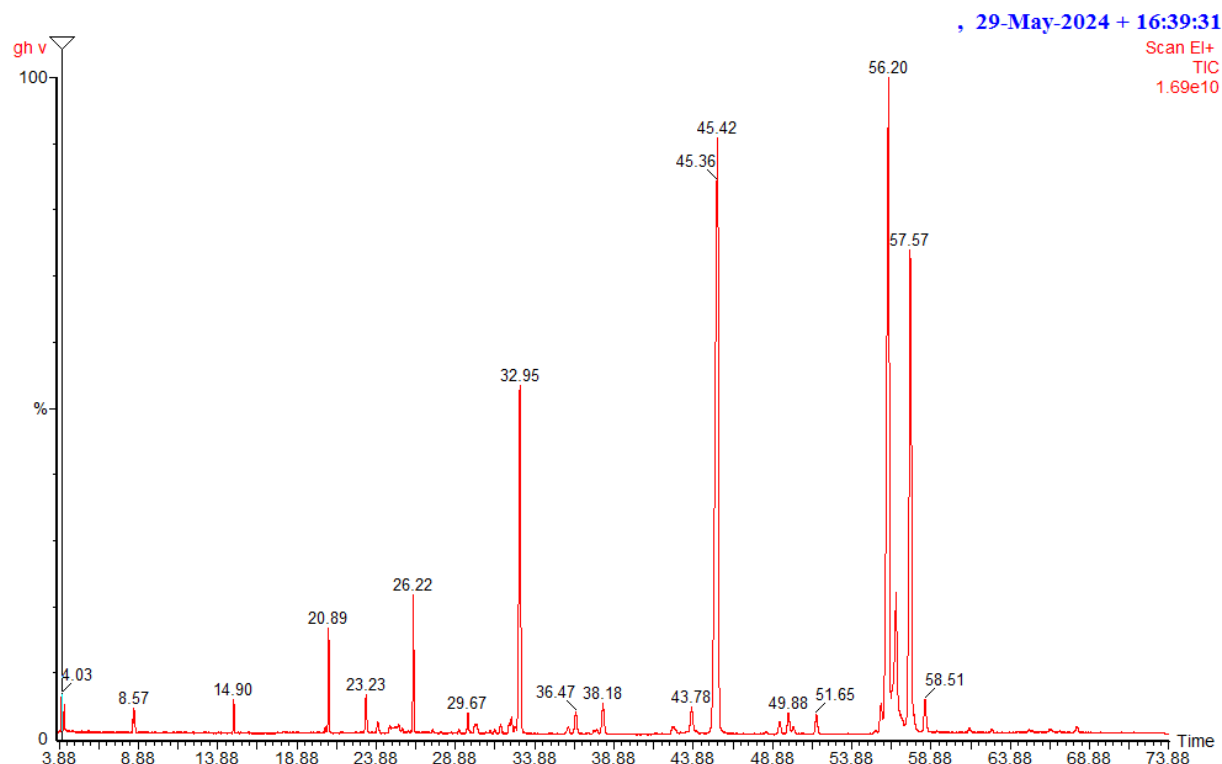


Figure 24 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin

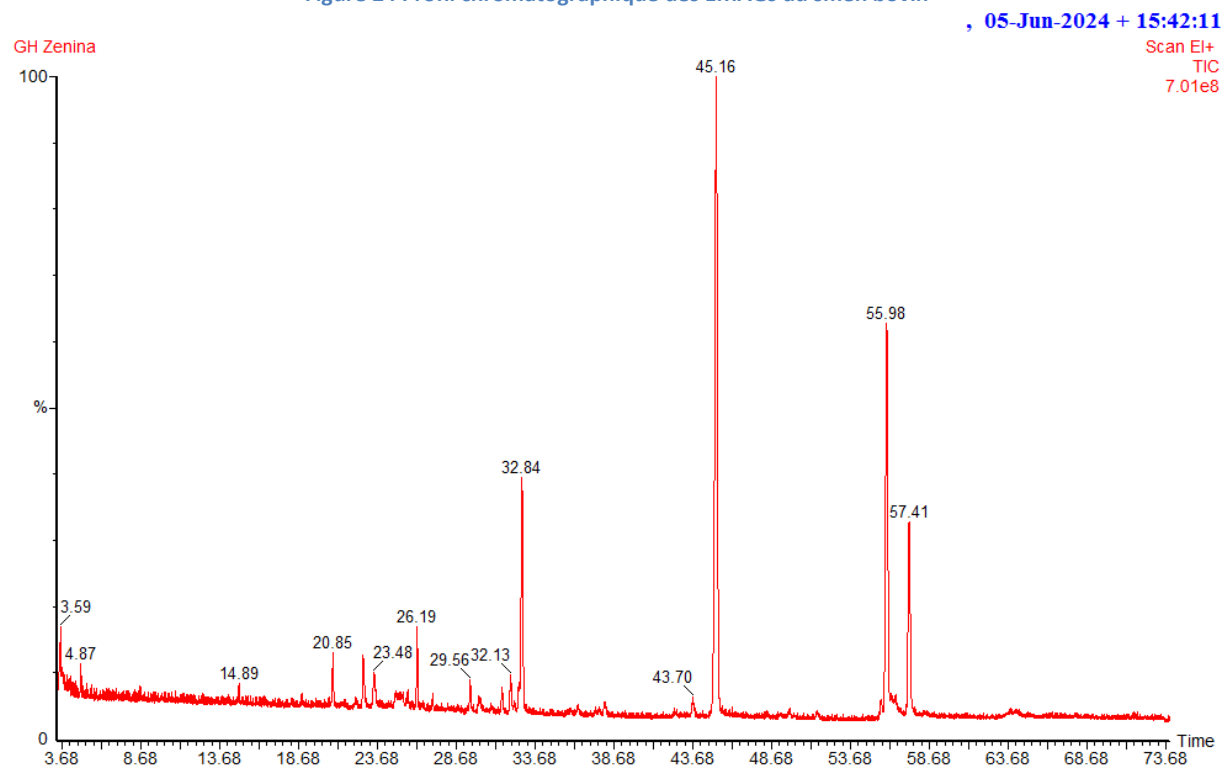


Figure 25 Profil chromatographique des EMAGs du smen ovien

Chapitre 04 : Résultats et Discussion

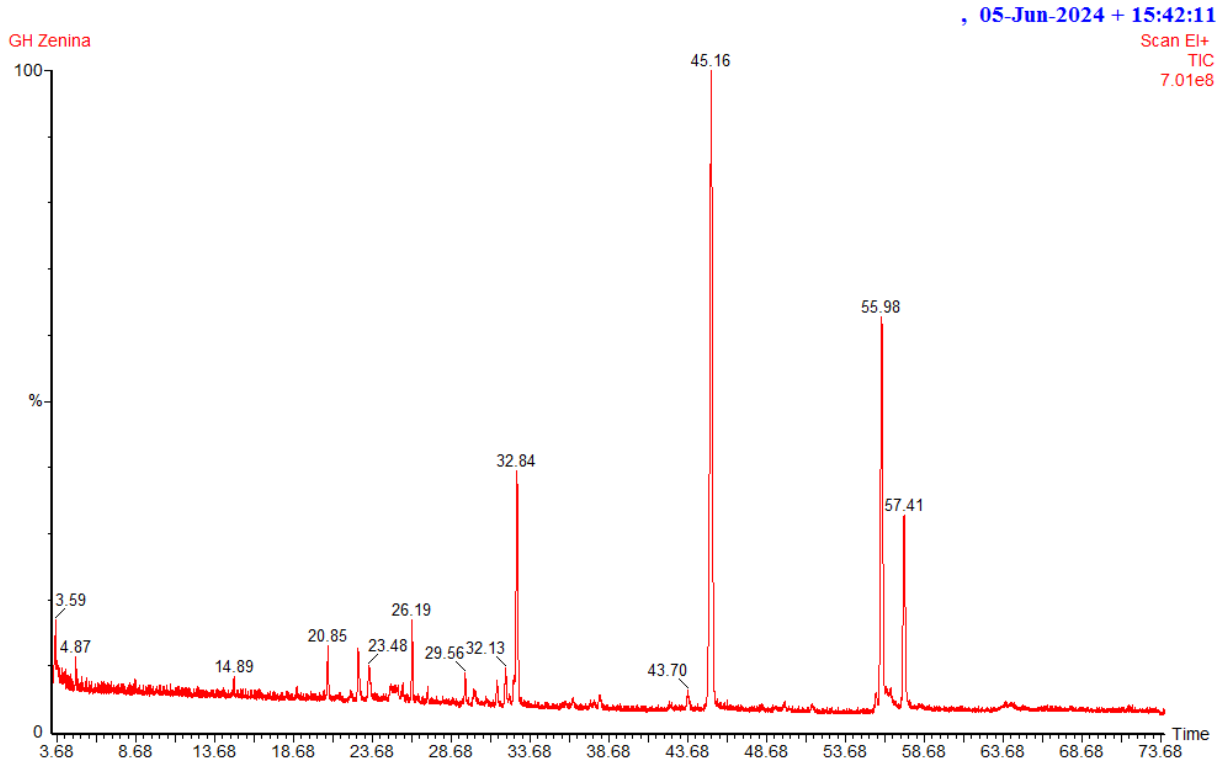


Figure 26 Profil chromatographique des EMAGs du smen oven ouest

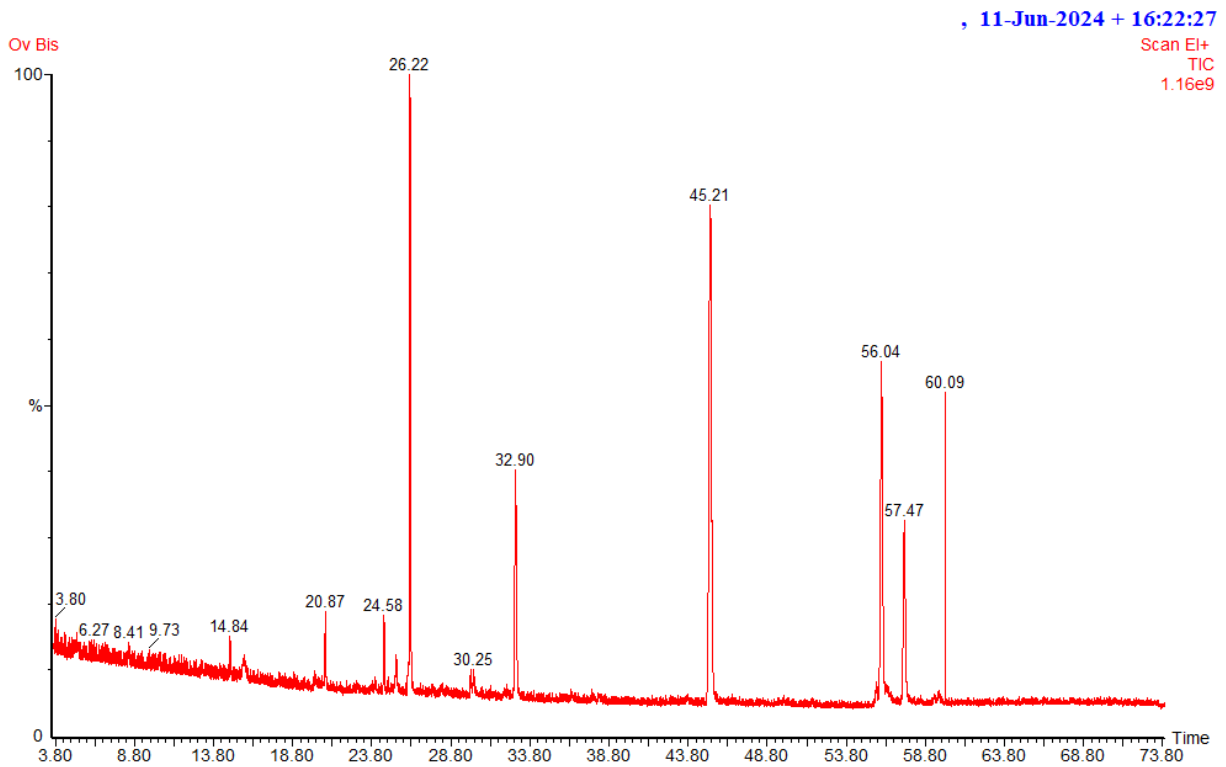


Figure 27 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin est



# Chapitre 04 : Résultats et Discussion

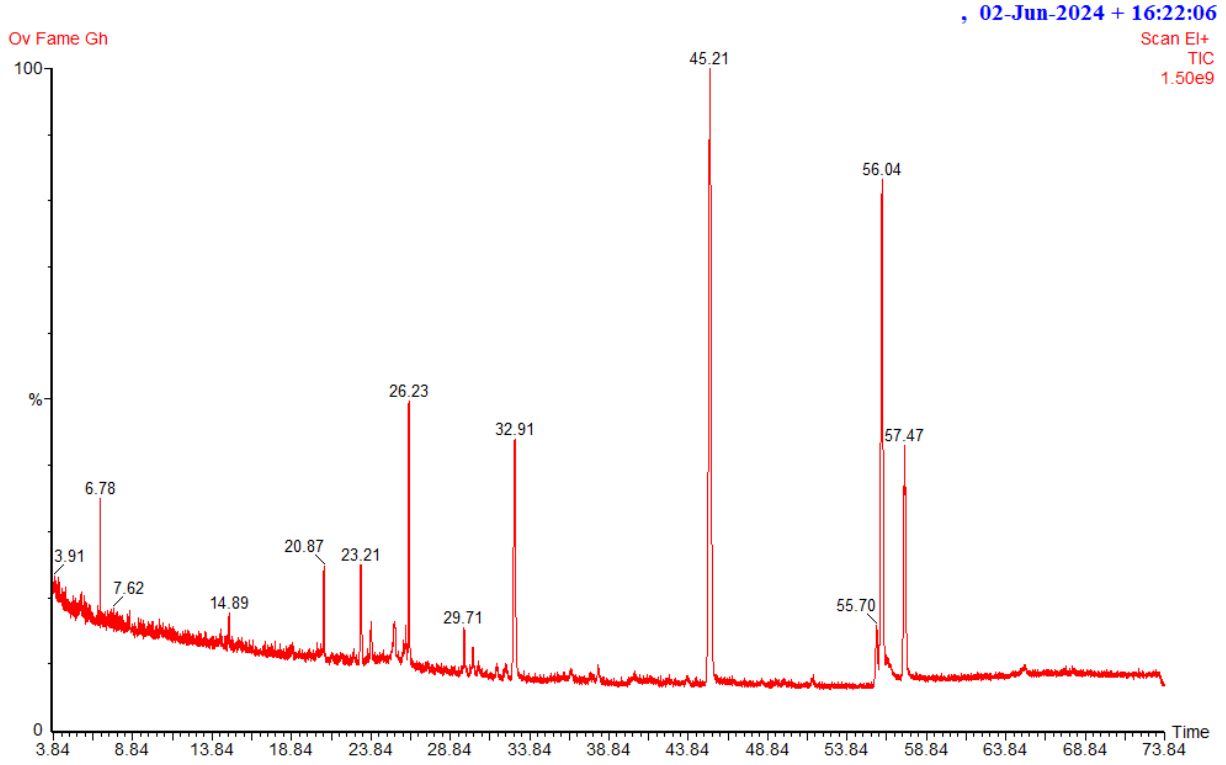


Figure 28 Profil chromatographique des EMAGs du smen bovin sud

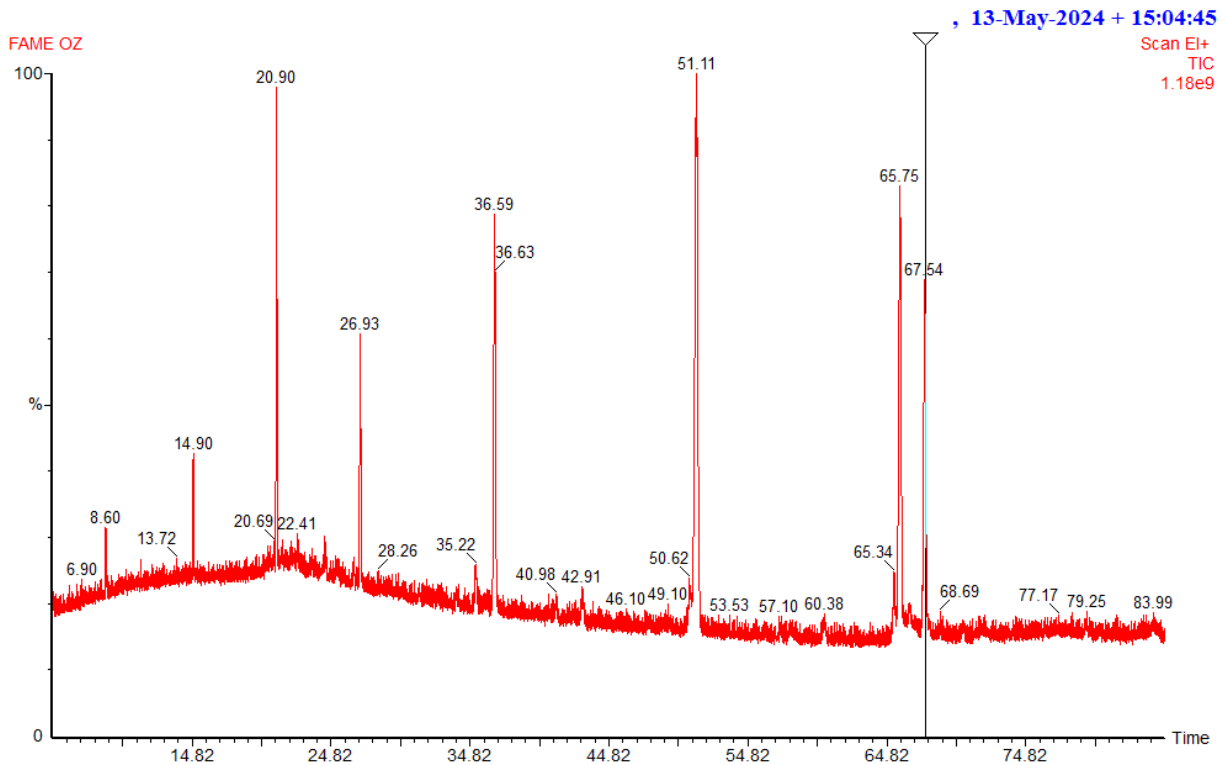


Figure 29 Profil chromatographique des EMAGs du smen caprin

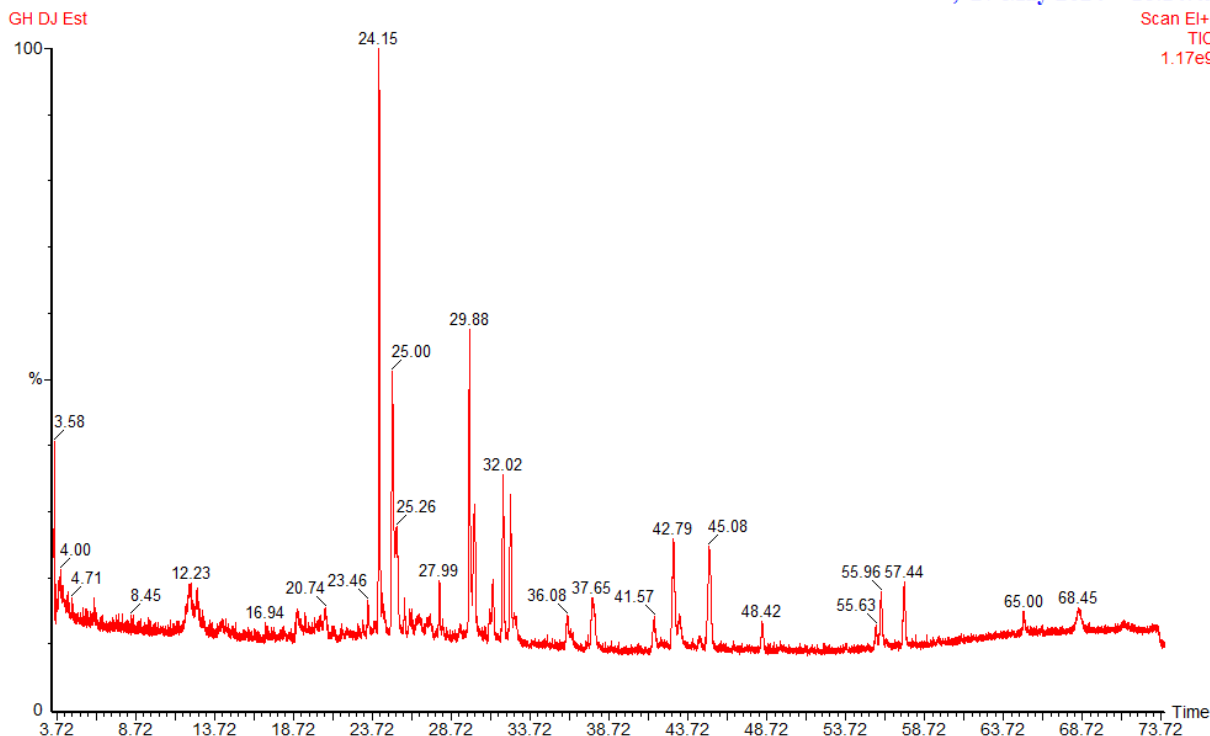


Figure 30 Profil chromatographique des EMAGs du smen caprin est

Les compositions chimiques des EMAGs des échantillons de chaque race sont donnés ci-après :

Tableau 7 Composition chimique des acides gras du smen caprin

tr	Aire du pic	Composé
4.144	46783556	Butyric acid, methyl ester
8.606	84180768	Caproic acid, methyl ester
14.873	117324672	Caprylic acid methyl ester
20.861	488703584	Capric acid methyl ester
26.203	258011184	Lauric acid, methyl ester
32.88	476306720	Myristic acid, methyl ester
36.412	4255107	Tetradecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester
38.092	34891864	Pentadecanoic acid, methyl ester
42.489	2847455.25	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
43.67	3351093.25	Palmitoleic acid, methyl ester
45.25	1319249024	Palmitic acid, methyl ester
49.262	7030483	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
49.787	4571597.5	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
51.613	19601450	Margaric acid methyl ester
55.649	19277068	Linoleic acid, methyl ester
56.034	612649216	Elaidic acid, methyl ester
57.44	404743648	Methyl stearate
68.069	2658985	Arachidic acid methyl ester

Tableau 8 Composition chimique des acides gras du smen ovin

tr	Aire du pic	Composé
4.144	46783556	Butyric acid, methyl ester
8.606	84180768	Caproic acid, methyl ester
14.873	117324672	Caprylic acid methyl ester
20.861	488703584	Capric acid methyl ester
26.203	258011184	Lauric acid, methyl ester
32.88	476306720	Myristic acid, methyl ester
36.412	4255107	Tetradecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester
38.092	34891864	Pentadecanoic acid, methyl ester
42.489	2847455.25	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
43.67	3351093.25	Palmitoleic acid, methyl ester
45.25	1319249024	Palmitic acid, methyl ester
49.262	7030483	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
49.787	4571597.5	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
51.613	19601450	Margaric acid methyl ester
55.649	19277068	Linoleic acid, methyl ester
56.034	612649216	Elaidic acid, methyl ester
57.44	404743648	Methyl stearate
68.069	2658985	Arachidic acid methyl ester

Tableau 9 Composition chimique des acides gras du smen bovin

tr	Aire du pic	Composé
4.034	46637640	Butyric acid, methyl ester
8.566	37511312	n-Caproic acid methyl ester
14.899	63999824	Caprylic acid methyl ester
20.886	180061648	2,3-Bis(acetyloxy)propyl dodecanoate
23.972	37248532	Undecanoic acid, 10-methyl-, methyl ester
25.308	34614428	12,15-Octadecadiynoic acid, methyl ester
26.223	262184432	Lauric acid, methyl ester
32.416	44732020	Myristoleic acid methyl ester
32.946	1183956096	Myristic acid, methyl ester
35.977	34910448	Oxiraneundecanoic acid, 3-pentyl-, methyl ester, cis-
36.467	92414880	Tetradecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester
38.183	131702240	Pentadecanoic acid, methyl ester
43.78	131967672	Palmitoleic acid, methyl ester
45.421	3670097408	Palmitic acid, methyl ester
49.883	90909080	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
51.648	89301960	Margaric acid methyl ester
56.195	2807524096	Elaidic acid, methyl ester
56.66	530681536	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester
57.566	2153760000	Stearic acid, methyl ester
58.511	142538384	8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester
62.713	14677792	Octadecanoic acid, 17-methyl-, methyl ester
68.115	44546354	Arachidic acid methyl ester

L'analyse chimique, gratifiée par GC-MS, a abouti à la séparation et l'identification de sept acides gras : acide hexanoïque (n-caproic acid), acide octanoïque (caprylic acid), acide decanoïque (capric acid), acide laurique, acide myristique, acide palmitique et acide oléique.

Avec une présence majoritaire d'acide oléique à 39,44 % et d'acide palmitique à 23,19 %, ces résultats sont en cohérence avec ceux obtenus par Abdulrhman Al-Khalifah, 1993.

Le beurre éclairé obtenu à partir du lait bovin quant à lui, présente une présence majoritaire similaire en matière de d'acide oléique 24,83 % et 34,42 % d'acide palmitique (Md Asif AH, 2022).

Selon W.N. Sawaya *et al.* 1984, l'acide gras majoritaire dans les beurres éclairés issus de laits de chèvres et de brebis est l'acide palmitique.

Les acides palmitique - C16:0 (24-28%), stéarique - C18:0 (9-14%) et myristique - C14:0 (8-10%) étaient les trois principaux AGS contenus dans le ghee de buffle et de vache, et ceux-ci ont également été rapportés par Antony *et al.* (2018). L'acide oléique en C18:1 (18,5 à 20,7 %) était le principal AGMI, tandis que l'acide linoléique en C18:2 (0,8 à 1,6 %) était le plus élevé d'AGPI contenu dans les échantillons. Les concentrations d'acides myristique, palmitique, oléique et linoléique trouvées dans les échantillons de ghee étaient inférieures à celles signalées par Manickavasagan *et Al-Sabahi* (2014), tandis que les teneurs en acide stéarique et en acide  $\alpha$ -linoléique (C18:3) étaient plus élevées. Enfin, le ghee étant un produit laitier obtenu à partir de ruminants, les acides gras trans (AGT) contenus dans le ghee sont une conséquence de l'hydrogénation des acides gras insaturés produits par les bactéries du rumen, ce sont donc des AGT de ruminants (TFAR). Selon certaines études épidémiologiques, le TFAR n'a montré aucun effet négatif sur les facteurs de risque de maladie coronarienne (Ferlay *et coll.*, 2017 ; Gebauer *et al.*, 2011 ; Jakobsen *et al.*, 2006) contrairement aux TFA industriels (iTFA) qui sont contenus par exemple dans la margarine (Ganguli *et Jain*, 1972 ; Stender *et al.*, 2008). Les ghees de bufflonne et de vache présentaient une concentration d'acide vaccénique (C18:1 t-11) supérieure à 1,7 % et jusqu'à 1 % d'acide linoléique conjugué - CLA (C18:2 c-9, t-11), qui étaient les TFLr les plus abondants. L'isomère CLA C18:2 c-9, t-11 a présenté des avantages pour la santé, tant *in vitro* qu'*in vivo* (Galvín *et al.*, 2016), tels que des effets anticancérigènes, anti-athérogènes, antidiabétiques, anti-mutagènes, antihypertenseurs, immunomodulateurs, apoptotiques et ostéosynthétiques (Hur *et al.*, 2017 ; Koba *et Yanagita*, 2014 ; Serafeimidou *et al.*, 2013 ; Yang *et al.*, 2015). De plus, la teneur en ALC présentée par les échantillons de ghee était au moins 1,3 fois plus élevée que celle

déclarée pour la viande, les fruits de mer, les autres produits laitiers, les graisses animales et les huiles végétales avec une concentration de CLA allant jusqu'à 0,56 % (Koba et Yanagita, 2014). (Carolina et al, 2020).

Les acides palmitique et oléique étaient les principaux acides gras, ce qui concorde avec les résultats de Sawaya (1984), qui a rapporté 3,9, 11,3, 30,3, 8,0, 21,5 et 2,4 pour C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1 et C18:2, respectivement, dans le ghee de mouton (Najdi). Les niveaux d'acide oléique le plus bas et les niveaux de linoléique les plus élevés ont été trouvés dans le ghee de mouton et de vache (Frezeno), respectivement. Le rapport P/S a été obtenu en divisant les acides gras polyinsaturés (AGPI) totaux par les acides gras saturés totaux, quelle que soit la longueur de la chaîne. Le ghee de vache (Frezeno) avait le ratio P/S le plus élevé (0,7) tandis que le ratio P/S le plus bas était pour le ghee de mouton (0,34). Le rapport P/S est important en ce qui concerne les relations entre l'apport lipidique et la santé. Les résultats de cette étude et ceux de Sawaya et al. (1984) peuvent fournir aux consommateurs locaux des informations nutritionnelles sur le ghee produit localement, qui est consommé quotidiennement, et aider l'Organisation saoudienne de normalisation (SASO) à établir des spécifications ou des classements locaux pour les produits à base de ghee. (Abdulrhman Al-Khalifah et al, 1992)

La teneur en acides gras saturés (AGS) des échantillons d'Ilam, Kermanshah et Hamedan était respectivement de 63,3, 60,4 et 64,85 %. Alors que la teneur en acides gras monoinsaturés des échantillons d'Ilam, Kermanshah et Hamedan était respectivement de 30,1, 31,37 et 29,7 %. L'acide oléique était le principal acide gras monoinsaturé (AGMI). De plus, les acides gras polyinsaturés (AGPI) totaux dans les échantillons d'Ilam, Kermanshah et Hamedan étaient de 3,89, 4,01 et 3,06 %, l'acide linoléique ayant la concentration la plus élevée parmi tous les AGPI.

L'ordre de classement des composés d'hydrocarbures dans les échantillons d'Ilam, Kermanshah et Hamedan était le dodécane (0,63 %), le tétradécane (9,30 %) et le dodécane (0,53 %), respectivement. Parmi les échantillons de ces régions, seuls les échantillons de Hamedan contenaient un composé alcoolique (3-pentanol). Les composés alcooliques jouent un rôle important dans le développement du goût du ghee. Ces composés sont formés par la dégradation d'hydroperoxyde insaturé suite à la formation de radicaux alcoxy. Cependant, les alcools aliphatiques peuvent être produits par des activités enzymatiques microbiennes ou par oxydation lipidique (Fross, 1972). Les cétones détectées (méthylcétone) étaient l'acétone, la 2-

pentanone, la 2-heptanone, la 8nonen-2-one, la 2-nonanone, la 2-undécaneone, la 4hepten-3-one diéthyl et la 2-dodécaneone. La plus grande diversité cétonique a été trouvée dans les échantillons d'Ilam. La concentration de 2heptanone en tant que composé cétonique dominant était de 28,11 % (Ilam), 17,69 % (Kermanshah) et 8,48 % (Hamedan). Les méthylcétones sont associées à la formation d'une saveur souhaitable dans le ghee, car leur seuil olfactif est 10 fois plus fort que celui des autres cétones et leur solubilité est plus élevée dans la phase huileuse (Fross, 1972 ; Singhal et Jain, 1973). Ces composés sont produits par la dégradation des bêta-cétoacides par des processus thermiques ou des activités enzymatiques (Fross, 1972 ; Law, 1981). En général, le ghee a une teneur en méthylcétone plus élevée que le beurre (Millia et coll., 2008). Le 4-hepten-3-one diéthyle, une cétone produite à la suite de l'oxydation, a provoqué la formation d'un mauvais goût métallique (Swoboda et Peers, 1977). Les cétones sont également présentes dans les produits fromagers et donnent des saveurs spéciales (Qian et al., 2002 ; Rychlik et Bosset, 2001). Peterson et Reineccius (2003) ont également signalé que la 2-heptanone pourrait être formée à la suite de la bêta-oxydation des acides gras saturés pendant le traitement thermique. Les lactones produisent des composés aromatiques semblables à ceux de la noix de coco et de la pêche. (S. H. Erfani et al, 2020)

La composition en acides gras des trois types d'échantillons de ghee est présentée dans le tableau 2. Dans tous les échantillons analysés, l'acide gras le plus abondant était l'acide palmitique (C16:0), suivi des acides oléique (C18:1), myristique (C14:0) et stéarique (C18:0). Ces 4 acides gras représentent plus de 81 % du total des acides gras identifiés. De plus, dans tous les échantillons de ghee, le pourcentage total d'acides gras saturés (AGS) était de près de 70 %, tandis que ceux d'acides gras monoinsaturés et polyinsaturés (AGMI et AGPI) étaient respectivement de 25 % et 4,5 %. Ces résultats font suite à des études antérieures sur le ghee (Mariod et al., 2010 ; Kumar et al., 2015 ; Samet-Bali et al., 2017). Selon les résultats obtenus, l'incorporation de plantes n'a pas eu d'effet significatif sur le profil d'acides gras du ghee. Cependant, certaines différences statistiquement significatives ( $p < 0,05$ ) peuvent être observées dans les acides gras simples tels que l'acide linoléique conjugué (ALC). En effet, le pourcentage de CLA (%) était significativement plus élevé dans les échantillons de ghee macérés avec du romarin ( $1,50 \pm 0,07$ ) ou du clou de girofle ( $1,24 \pm 0,06$ ) que dans le ghee témoin ( $0,90 \pm 0,04$ ). Kravic' et al., (2012) ont rapporté que l'acide  $\alpha$ -linoléique et l'acide linoléique représentent plus de 50 % des acides gras totaux des feuilles de romarin. Cependant, leur incorporation n'a pas augmenté de manière significative le pourcentage d'acide  $\alpha$ -linoléique et d'acide linoléique dans le ghee. (Afraa Maiza et al, 2020)

Le ghee provenant de yaks de race pure et d'hybrides yak-bovins a été comparé aux sites B et D. Les proportions de plusieurs individus et groupes d'AF ont été influencées par l'interaction du génotype avec le site de pâturage. Il y avait une interaction ( $P < 0,01$ ) du génotype et du site dans la proportion de C14:0 dans l'EMAG totale, avec des proportions plus faibles dans le ghee de yak que dans le ghee hybride au site B, mais pas au site D. Les lipides du ghee de yak contenaient plus de C16:0 que les lipides des hybrides, en particulier au site D. La proportion de C18:0 était plus élevée ( $P < 0,05$ ) dans le ghee de yak que dans le ghee hybride (20,8 et 19,1 g/100 g d'EMAG total, respectivement ; données non présentées). Il n'y avait pas de différence significative dans les proportions d'AGP dans l'EMAG au site B entre les génotypes, mais les proportions ont diminué de manière significative dans le ghee hybride et augmenté dans le ghee de yak au site D. Par conséquent, les proportions d'AGMI étaient plus faibles dans le ghee de yak au site D ( $P < 0,05$ ) et non affectées au site B, ce qui a entraîné des interactions ( $P < 0,001$ ) dans les proportions d'AGL et d'AGMI. Une interaction génotype-site s'est également produite pour les proportions de l'AGMI dominant C18:1 cis9 ( $P < 0,01$  ; Tableau 4). Bien qu'il n'y ait pas eu de différence entre le yak et le ghee hybride au site B ( $P > 0,05$ ), il y a eu une augmentation ( $P < 0,05$ ) de la proportion de cis9 en C18:1 dans le ghee hybride au site D. Les proportions de C18:1 trans9 et C18:1 trans10+11 dans l'EMAG étaient plus faibles ( $P < 0,001$ ) dans le ghee de yak. (S. Marquardt et al, 2016)

La composition en acides gras du beurre traditionnel n'est pas documentée. Dix-neuf (19) acides gras sont identifiés. Des différences importantes ont été trouvées dans la composition en acides gras des échantillons de beurre. Le beurre de vache traditionnel contenait un pourcentage élevé d'acides gras saturés (AGS) et l'acide palmitique était le principal AGS (24,33 % - 36,95 %), suivi de l'acide myristique (18,49 % - 27,35 %) et de l'acide stéarique (7,68 % - 14,05 %). Ces résultats ne sont pas en totale concordance avec ceux rapportés par Rady et Badr (2003). Ces auteurs ont rapporté que l'acide palmitique était la principale AGS (22,81 %), suivi de l'acide stéarique (10,21 %). La prédominance de l'acide palmitique a également été signalée précédemment, avec des tendances similaires pour d'autres acides gras majeurs dans la matière grasse du lait (Gunstone, 1996 ; Dorey et al., 1988) et la matière grasse du beurre (Dorey et al., 1988). Dans une étude menée par Ito et al. (2005), le beurre chauffé contenait 27,60 % d'acide palmitique. D'autre part, l'acide linoléique n'était présent que dans les échantillons 1 et 2, tandis que l'acide oléique était l'acide gras mono-insaturé prédominant (7,41 % à 15,08 %). Ce résultat est en accord avec ceux rapportés par Rady et Badr (2003) et Ito et al. (2005). Certains acides gras ont été détectés tels que l'acide valérique,

l'acide 12-tétradécanoïque, l'acide 14-hexadécanoïque, l'acide vaccénique et l'acide 6,9-octadécadiénoïque. Ces résultats ne sont pas rapportés dans les études menées sur les profils d'acides gras du beurre. (Tayeb Idoui et al, 2010)

Les types d'acides gras à chaîne courte et moyenne étaient cohérents entre les différentes régions, uniquement l'acide butyrique (C4), l'acide caprique (C10) et l'acide laurique (C12), et la gamme de teneur des 3 acides gras était de 1,10 % à 1,99 %, 1,88 % à 2,89 % et 1,97 % à 3,36 %, respectivement. Les teneurs en C4 et C10 dans le Qinghai Guoluo (QG) étaient significativement plus élevées que celles des autres régions ( $P < 0,05$ ). Les acides gras à chaîne courte et moyenne sont synthétisés dans les glandes mammaires des ruminants, de sorte que les différences régionales peuvent être dues à des différences de régulation des cellules mammaires entre différentes races et génotypes de bovins (Karakus et al., 2022). La teneur en C12 la plus élevée a été trouvée à Lhasa, au Tibet (ZL) à 3,56%, le ghee dans la région de Lhasa au Tibet est fabriqué à partir de lait de scalper, et les résultats de cette étude suggèrent que les globules gras du lait de scalper peuvent avoir un diamètre plus petit que ceux du lait de yak et du lait de vache, formant une grande zone interfaciale dans le tractus gastro-intestinal et avoir plus de sites disponibles pour la lipase gastrique qui libèrent préférentiellement des acides gras à chaîne courte et moyenne. (Moatsou et Sakkas, 2019) L'acide myristique (C14), l'acide palmitique (C16) et l'acide stéarique (C18) sont les AGS à longue chaîne les plus abondants dans le ghee dans chaque région, et Erkaya et al. (2015) ont rapporté des résultats similaires. Il y avait des différences statistiques ( $P < 0,05$ ) entre les différentes régions, parmi lesquelles les teneurs en C14 et C16 dans le QG étaient significativement plus élevées que celles des autres régions, avec des teneurs relatives de 9,03 % et 23,56 %, respectivement, et la teneur en C18 dans QX (QH) était la plus élevée (21,23 %). Les AGS en C16, C18 et à longue chaîne dans la matière grasse du lait proviennent des lipides sanguins (Agyare et Liang, 2021). Par conséquent, le résultat exceptionnel au Qinghai peut être dû à la richesse des AGS à longue chaîne dans les pâturages mangés par le bétail, qui sont métabolisés et transportés vers les tissus de la mamelle, ce qui entraîne une AGS plus élevée. (Guangxin et al., 2016). Dans cette étude, la teneur relative en AGS totaux dans le ghee dans différentes régions était en moyenne de 59,37 %, ce qui était similaire au résultat rapporté par Peng et al. (2008) selon lequel la teneur en acides gras saturés de la matière grasse du lait de yak du Qinghai était de 59,81 %, cela montre que pendant la production de ghee, la composition en acides gras du lait n'a subi qu'un léger changement (Bobe et al., Dans l'ensemble, le Qinghai et le Gansu ont une teneur en acides gras saturés plus élevée que les



autres régions, ce qui suggère que le ghee de yak peut avoir une dureté plus élevée dans ces régions, mais en raison de la teneur plus élevée en C16 dans le QG et d'autres régions, il peut également jouer un rôle dans l'adoucissement de la texture (Chamberlain et al., 2016). Le ghee de vache au Xinjiang, le ghee de yak au Tibet et le ghee de bovin-yak au Tibet ont une faible teneur en acides gras, ce qui indique leur potentiel de bonne capacité de propagation. Les acides gras insaturés présentent des propriétés plus saines que les AGS (Cui et coll., 2016). Il a été démontré que l'acide oléique (C18:1) est l'acide gras monoinsaturé le plus abondant dans le lait des ruminants (Agyare et Liang, 2021). Dans cette étude, le C18:1 est l'acide gras monoinsaturé le plus abondant dans le ghee dans diverses régions, avec une teneur moyenne de 22,72 % dans le ghee de yak, similaire au résultat de 17 % à 22 % rapporté par Marquardt et al (2018). Vient ensuite l'acide palmitoléique (C16:1). Parmi eux, Gansu Hezuo 2 (GH2) avait la teneur en C18:1 la plus élevée (27,49 % ;  $P < 0,05$ ) et a également montré un avantage en teneur en C16:1 (4,14 %). La teneur en acide linoléique (C18:2 n-6c) dans les AGPI varie de 0,11 % à 0,69 %, ce qui n'est pas évident entre certaines régions, mais les régions QG, Gansu Hezuo 2 (GH2), Tibet Shigatse 1 (ZR1), Xinjiang Urumqi (XU) 4 ne contiennent pas cet acide gras. La teneur en C18:2 n-6c du ghee rapportée par Jing et al. (Y. Tian et al, 2023)

Les acides gras saturés étaient les acides gras prédominants dans le ghee de buffle et de vache (72,69 et 67,93 %, respectivement). L'acide palmitique (C16:0), suivi de l'acide myristique (C14:0) et de l'acide stéarique (C18:0), étaient des acides gras saturés dominants. La teneur en acide palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0) du ghee de buffle était significativement plus élevée que celle du ghee de vache ; au contraire, l'acide myristique (C14:0) dans le ghee de vache était significativement plus élevé que celui du ghee de buffle ( $p < 0,05$ ). Selon Peña-Serna et Restrepo-Betancur (2020), les acides palmitique (C16:0) (24-28 %), stéarique (C18:0) (9-14 %) et myristique (C14 : 0) (8-10 %) étaient les trois principaux acides gras saturés du ghee de buffle et de vache. Un rapport similaire a également été présenté par Antony et al. (2018). Dans l'étude de Peña-Serna et Restrepo-Betancur (2020), la teneur moyenne en acides palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0) dans le ghee de buffle était de 28,84 % et 14,04 %, respectivement, ce qui était nettement supérieur à ceux trouvés dans le ghee de vache (24,03 % et 9,36 %, respectivement). Dans notre étude, la teneur en acide palmitoléique (C16:1) du ghee de vache (2,35 %) était significativement plus élevée que celle du ghee de buffle (2,05 %) ( $p < 0,05$ ). Dans l'étude de Peña-Serna et Restrepo-Betancur (2020), aucune différence significative n'a été observée entre la teneur en acide palmitoléique (C16:1)

du buffle (1,13 %) et celle du ghee de vache (1,18 %). Les acides oléique (C18:1) et linoléique (C18:2) étaient les principaux acides gras monoinsaturés et polyinsaturés dans les échantillons de ghee de bufflonne et de vache. Un résultat similaire a été rapporté par d'autres chercheurs (Peña-Serna, et al., 2019 ; Peña-Serna et Restrepo-Betancur, 2020). La teneur en acide oléique (C18:1) du ghee de vache (24,27 %) était significativement plus élevée que celle du ghee de buffle (20,42 %) ( $p < 0,05$ ). Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre la teneur en acide linoléique (C18:2) du ghee de buffle (2,03 %) et de vache (1,95 %). Dans l'étude de recherche de Peña-Serna et Restrepo-Betancur (2020), la teneur en acides oléique (C18:1) et linoléique (C18:2) du ghee de vache (20,04 % et 1,64 %) était significativement plus élevée que celle du ghee de buffle (18,64 % et 0,92 %) ( $p < 0,05$ ). La teneur en acide linoléique (C18:2) du ghee de buffle était significativement inférieure à celle du ghee de vache ( $p < 0,05$ ). Des résultats similaires ont été rapportés par d'autres chercheurs (Peña-Serna et al., 2019 ; Peña-Serna et Restrepo-Betancur, 2020). L'acide linoléique conjugué dans le ghee de buffle était significativement plus élevé que dans le ghee de vache ( $p < 0,05$ ). Des différences dans le régime alimentaire ou l'écosystème microbien des animaux peuvent avoir influencé les différences observées dans les profils d'acides gras. L'alimentation (qualité du fourrage, qualité des pâturages, etc.) a une grande influence sur le profil en acides gras du lait des ruminants (Khiaosa-ard et al., 2015). L'adaptation spécifique du bétail à l'environnement difficile, comme l'efficacité métabolique spécifique, les climats locaux, les pratiques d'élevage (Guo et al., 2012) ou les différences dans la composition microbienne du rumen (Chen et al., 2015), peuvent également être des facteurs qui interfèrent avec le métabolisme des lipides. Il peut également y avoir un effet systémique dû aux différents moments de traite (matin, soir ou les deux) et à la présence ou à l'absence de veaux (Marquardt et coll., 2016). (RAHELE NEZHAD et al., 2023)

Les acides palmitique - C16:0 (24-28%), stéarique - C18:0 (9-14%) et myristique - C14:0 (8-10%) étaient les trois principaux AGS contenus dans le ghee de buffle et de vache, et ceux-ci ont également été rapportés par Antony et al. (2018). L'acide oléique en C18:1 (18,5 à 20,7 %) était le principal AGMI, tandis que l'acide linoléique en C18:2 (0,8 à 1,6 %) était le plus élevé d'AGPI contenu dans les échantillons. Les concentrations d'acides myristique, palmitique, oléique et linoléique trouvées dans les échantillons de ghee étaient inférieures à celles signalées par Manickavasagan et Al-Sabahi (2014), tandis que les teneurs en acide stéarique et en acide  $\alpha$ -linoléique (C18:3) étaient plus élevées. Enfin, le ghee étant un produit laitier obtenu à partir de ruminants, les acides gras trans (AGT) contenus dans le ghee sont

une conséquence de l'hydrogénation des acides gras insaturés produits par les bactéries du rumen, ce sont donc des AGT de ruminants (TFAr). Selon certaines études épidémiologiques, le TFAr n'a montré aucun effet négatif sur les facteurs de risque de maladie coronarienne (Ferlay et coll., 2017 ; Gebauer et al., 2011 ; Jakobsen et al., 2006) contrairement aux TFA industriels (iTFA) qui sont contenus par exemple dans la margarine (Ganguli et Jain, 1972 ; Stender et al., 2008). Les ghees de bufflonne et de vache présentaient une concentration d'acide vaccénique (C18:1 t-11) supérieure à 1,7 % et jusqu'à 1 % d'acide linoléique conjugué - CLA (C18:2 c-9, t-11), qui étaient les TFLr les plus abondants (tableau 2). L'isomère CLA C18:2 c-9, t-11 a présenté des avantages pour la santé, tant in vitro qu'in vivo (Galvín et al., 2016), tels que des effets anticancérigènes, anti-athérogènes, antidiabétiques, anti-mutagènes, antihypertenseurs, immunomodulateurs, apoptotiques et ostéosynthétiques (Hur et al., 2017 ; Koba et Yanagita, 2014 ; Serafeimidou et al., 2013 ; Yang et al., 2015). De plus, la teneur en ALC présentée par les échantillons de ghee était au moins 1,3 fois plus élevée que celle déclarée pour la viande, les fruits de mer, les autres produits laitiers, les graisses animales et les huiles végétales avec une concentration de CLA allant jusqu'à 0,56 % (Koba et Yanagita, 2014). (Carolina et al, 2019).

## **Conclusion:**

Le lait et les produits laitiers sont des aliments riches en nutriments qui contribuent de manière significative à la nutrition humaine et fournissent de l'énergie et des substances essentielles au développement des humains.

Le s'men est un aliment naturel, dérivé du lait, connu et consommé depuis longtemps par les populations locales. C'est un produit patrimonial, historique, typique de la région d'étude.

L'étude nous a permis de décrire le procédé traditionnel d'élaboration du s'men basé sur un savoir-faire traditionnel ancestral de la steppe en utilisant des matériaux naturels typiques relevant d'habitat steppique.

L'évaluation des paramètres physico-chimiques des échantillons de races bovine, caprine et ovine a permis de constater que les échantillons analysés étaient conformes à la réglementation algérienne relative à la spécification des paramètres de qualité des corps gras d'origine animale, les résultats se sont également montrés en cohérence avec la littérature. (Mai *et al.* 2021).

L'analyse chimique du beurre éclairé obtenu à partir du lait ovin a montré la présence d'acide palmitique et d'acide oléique comme produits majoritaires tel que reporté par Md Asif AH, 2022.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir la caractérisation chimique et les pouvoirs biologiques de ce produit, pour élucider son effet net sur la santé et pour mettre l'accent sur son potentiel économique et envisager sa valorisation et sa promotion.

## Références bibliographiques :

*1793\_pdf (1).pdf*. (n.d.).

*A Study on Physico-Chemical Properties of Uthukuli Ghee..pdf*. (n.d.).

*Aitamermeziane\_l.pdf*. (n.d.).

*Analyse-physicochimique-du-lait.pdf*. (n.d.).

*A-propos-du-lait-cru-complet-2014.pdf*. (n.d.).

Author, C. (n.d.). *Dhurvey Y.R.\* , Kawtikwar P.S., Sakarkar D.M.*

Beral, V. M., Mayore, D. A., Hissein, A. O., Tarnagda, B., Bessimbaye, N., Mahamat, A., Mahamat, T. N. H., Bakarnga, V. I., & Abdelsalam Tidjani, A. T. (2023). Procédés technologiques de production des produits laitiers dans la ville de N'Djamena (Tchad): Technological production processes and quality of dairy products consumed in the city of N'Djamena (Chad). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 17(5), 1903–1916. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v17i5.10>

Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Vijayarani, K., & Baskaran, D. (n.d.). A review on understanding the subterranean insights in nature of South Indian ghee with its biological and physiochemical properties. *International Journal of Food Science and Nutrition*.

*Chemical, physicochemical, microbiological and sensory characterization of cow and buffalo ghee. Pdf*. (n.d.).

*Composition of ghee (Samn Barri's) from cow's and sheep's milk. Pdf*. (n.d.).

*Contrôle qualité du lait et ses dérivés de la laiterie Milalait.pdf*. (n.d.).

Dhiman, A., Suhag, R., Verma, K., Thakur, D., Kumar, A., Upadhyay, A., & Singh, A. (2022). Influence of microfluidization on physico-chemical, rheological, thermal properties and cholesterol level of cow ghee. *LWT*, 160, 113281. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113281>

*Evaluation of Fatty Acids and Volatile Compounds in Iranian Ghee by Head Space-Solid Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectroscopy..pdf.* (n.d.).

Gaddour, A., Najari, S., & Abdennebi, M. (2013). *Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. 108.* Grenon\_Claude.pdf. (n.d.).

Hazra, T., Sharma, V., Saha, P., & Pratapsinh, P. M. K. (n.d.). *PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES ANALYSIS BASED APPROACHES TO ASCERTAIN THE PURITY OF GHEE-A MINI REVIEW.*

Kumbhare, S., Prasad, W., Khamrui, K., Wani, A. D., & Sahu, J. (2023). Recent innovations in functionality and shelf life enhancement of ghee, clarified butter fat. *Journal of Food Science and Technology*, 60(1), 11–23. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05335-7>

*Le\_lait.pdf.* (n.d.).

*Maiza2020.pdf.* (n.d.).

Makhlouf, M., & Montaigne, E. (n.d.). *La dynamique du marché mondial des produits laitiers.*

Mohan, M. S., O'Callaghan, T. F., Kelly, P., & Hogan, S. A. (2021). Milk fat: Opportunities, challenges and innovation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(14), 2411–2443. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1778631>

*pdf\_LE\_LAIT\_ET\_LES\_PRODUIITS\_LAITIERS.pdf.* (n.d.).

*QS+8b+LAIT.pdf.* (n.d.).

Rachana, C. R., Nath, B. S., Reshma, M. V., & Armughan, C. (2013). Variation in grainy texture of commercial ghee in relation to laboratory ghee and its blends †.

*International Journal of Dairy Technology*, 66(1), 90–97.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00872.x>

*raditional Tibetan Ghee: Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Composit.pdf.*

(n.d.).

