



Institut des Sciences  
Vétérinaires-Blida-

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Etude bibliographique sur la transformation de la matière grasse  
du lait**

Présenté par  
**BERSALI Maria**

**Devant le jury :**

<b>Présidente :</b>	HADJ BACHIR D.	MAA	ISV, Université Blida 1
<b>Examineur :</b>	KHOUNI F.	MAA	ISV, Université Blida 1
<b>Promotrice :</b>	BAAZIZE-AMMI D.	MCA	ISV, Université Blida 1

**Année : 2020/2021**



## *Remerciements*

Tout d'abord, je me permets de remercier Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la foi et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Comme je dois aussi remercier infiniment ma promotrice **Docteur BAAZIZE-AMMI D.**, Maitre de conférences "A" à l'Institut des Sciences Vétérinaires, Université Saad DAHLEB, Blida 1. Permettez-moi, chère docteur, de vous remercier vivement pour chaque moment que vous avez passé à m'orienter afin d'accomplir et d'aboutir à un résultat honorable. Je vous suis très reconnaissante de vos qualités scientifiques et humaines, chose qui m'a fait sentir comme si vous étiez avec votre propre fille.

Veillez croire, chère docteur, à l'expression de ma profonde gratitude et de mon profond respect.

Tous mes remerciements sont adressés aussi aux membres du jury qui ont voulu avoir la bonté de partager leur temps pour évaluer ce travail :

Je tiens à exprimer ma très grande considération et mon profond respect au **Dr HADJ BACHIR D.** qui m'a fait l'honneur de présider ce Jury malgré toutes ses occupations.

Ma profonde considération et mon profond respect aussi au **Dr KHOUNI F.** d'avoir accepté d'examiner ce travail malgré ses tâches imposées par la profession.

Enfin, je voudrais adresser mes remerciements les plus sincères à toute personne qui a collaboré et a contribué afin d'assurer le succès de ce mémoire de fin d'études.

## *Dédicaces*

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

- ❖ Mon père et Ma mère, merci. Que Dieu vous protège.
- ❖ A ma très chère grand- mère.
- ❖ A mes chers frère et sœur Mohamed et Maroua.
- ❖ A toute la famille Bersali et Benali Khodja.
- ❖ A mes chers professeurs qui m'ont enrichi de leur savoir.
- ❖ A mes chers cousins et cousines.
- ❖ A mes chères copines : Imane, Nour El Houda et Samaher.
- ❖ A mon amie intime Amina.
- ❖ A mes amis (es) en Tunisie.
- ❖ A toutes mes amies sans exception.
- ❖ A tous ceux ou celles qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.
- ❖ Enfin à l'ensemble de ma promotion, chacun en son nom.

*Maria*

## RESUME

Grâce à la richesse de sa composition et la variété de ses constituants, le lait donne naissance par transformation à une très vaste famille de produits dérivés. De nombreuses denrées sont tirées à partir de la matière grasse de lait. Les crèmes et beurres sont les plus importants dont la teneur en matière grasse est supérieure à celle du lait.

Alors que les crèmes constituent une simple concentration de la matière grasse laitière par écrémage centrifuge, la fabrication du beurre emploie une étape supplémentaire d'inversion de phase qui transforme l'émulsion de globule gras dispersés dans une phase aqueuse en une émulsion de gouttelettes d'eau dans une phase lipidique. Cependant, d'autres produits sont issus de la matière grasse du lait tel que "Smen", "Dhen", "Ghee"...frais et fermentés aussi variés que leurs méthodes de fabrication traditionnelles.

**Mots clés :** Lait, matière grasse, crème, beurre, produits laitiers traditionnels.

## ABSTRACT

Owing to the wealth of its composition and constituents, milk supplies a large variety of dairies through conversion.

A lot of foodstuffs are obtained from milk fat. The butter and cream are the most important which the contents are above the milk itself.

So the creams constitute a plain concentration of the milky fat through separation in order to get rid of the tiny solid particles.

The production of the butter applies an additional step of inversion phase that convert the emulsion of greasy drops spread out in an aqueous solution through an emulsion of tiny water drops as a lipid phase.

Therefore, other products are obtained from the milk fat such as; margarine (smen), in other words ghee (Indian buffalo-milk butter) fresh or fermented as various as their ways of traditional manufacture.

**Key words:** milk, milk fat, cream, butter, traditional milk products.

## ملخص

بفضل ثراء مكوناته و تنوع أصنافه, يفرز الحليب عبر تحوله فصيلة واسعة لمشتقاته. كما تستخرج مواد عديدة بدءا من المادة الدسمة له (الحليب).

يعد الزبد و القشدة أهم ما يفرزه الحليب حيث مضمون المادة الدسمة أوفر من الحليب ذاته, في حين أن القشدة تكون جميعا بسيطا للمادة الدهنية في الحليب التي تفرز بالمفرزات الآلية الحديثة, أما صناعة الزبد فتتطلب مرحلة إضافية لانعكاس الدور الذي يحول طبقة حساسة من الثفل الدهني الذي ينتشر في مظهر مائي على شكل قطرات دهنية من الماء.

مع ذلك, تفرز محاصيل أخرى نتيجة المادة الدسمة للحليب كالدهان (السمن), أو غي (زبد هندي من حليب الجاموس) طازج أم خمير متعدد تعدد طرق صناعتها التقليدية.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب, المادة الدسمة, القشدة, الزبد, المنتجات التقليدية.

## SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumés (Français/Anglais/Arabe)	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01
Chapitre 1 : Généralité sur le lait	
1. Définition du lait	02
2. Sécrétion du lait	02
3. Composition du lait cru	03
3.1. Eau	03
3.2. Glucides	04
3.3. Protéines	04
3.4. Matière grasse	04
3.5. Minéraux	04
3.6. Vitamines	05
3.7. Enzymes	05
3.8. Matières salines	06
3.9. Gaz dissous	06
4. Caractéristiques physico-chimiques du lait	06
4.1. Masse volumique et densité	06
4.2. Point de congélation	07
4.3. Point d'ébullition	07
4.4. Acidité du lait	08
4.5. pH	08
5. Critères hygiéniques d'ordre microbiologiques	08
Chapitre 2 : Transformation de la matière grasse de lait	
1. Matière grasse du lait	10
2. Transformation de la matière grasse	10
2.1. Crème	10
2.2. Beurre standard	13
2.2.1. Structure du beurre	13
2.2.2. Procédé par agglomération de fabrication du beurre standard	15
2.2.3. Autres produits traditionnels	17
2.2.3.1 Au niveau Algériens	17
2.2.3.2 Au niveau International	20
Conclusion générale	22
Références bibliographiques	23



## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau n° 1</b> : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales .....	03
<b>Tableau n° 2</b> : Composition lipidique du lait .....	04
<b>Tableau n° 3</b> : Composition minérale du lait .....	05
<b>Tableau n° 4</b> : Caractéristiques des principaux enzymes du lait .....	06

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure n°1</b> : Coupe d'un quartier du pis d'une vache.....	02
<b>Figure n°2</b> : Centrifugeuse utilisée pour l'écémage de lait.....	11
<b>Figure n°3</b> : Les différentes étapes du procédé de fabrication de la crème fraîche.....	13
<b>Figure n°4</b> : Microstructure du beurre à température ambiante .....	14
<b>Figure n°5</b> : Baratte à beurre mécanique .....	16
<b>Figure n°6</b> : Baratte à l'ancienne en bois .....	16
<b>Figure n°7</b> : Evolution de l'organisation de la matière grasse entre le lait, la crème et le beurre.....	17
<b>Figure n°8</b> : Chekoua ; Outre en peau de brebis /chèvre .....	18
<b>Figure n°9</b> : Mezla ; Baratte à terre .....	19
<b>Figure n°10</b> : Thkhssayeth Oussendou ou Thakhchachet ; Calebasse de barattage .....	19

## LISTE DES ABREVIATIONS

- **AG** : Acide Gras
- **°D** : Degré Dornic
- **g/j** : gramme par jour
- **H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'Hydrogène
- **pH** : potentiel Hydrogène
- **TAG** : Triacylglycérols
- **v**: volume

# *Introduction générale*

## INTRODUCTION GENERALE

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'Homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet. Riche en vitamines, en protéines de haute valeur biologique, en oligo-éléments et en eau ; le lait est un aliment complexe aux nombreuses vertus ; c'est le compagnon indispensable d'une alimentation équilibrée (Debrey, 2001).

En Algérie la consommation annuelle du lait est de 5 milliards de litres par an, dont 3.5 milliards de litres produites localement, tandis que, le gap de 1.5 milliards de litres, est importé sous forme de poudre de lait subventionné transformée par les laiteries en lait de sachet (ONIL, 2018).

Il existe aussi une grande variété de produits laitiers de terroir, leur dénomination ainsi que leur processus de fabrication différent d'une région à une autre. Plusieurs travaux ont caractérisés des produits laitiers tels que le "Smen", le "rayeb" et le "Iben" (Hallel, 2001).

La tendance naturelle des composants du lait à se séparer a permis d'obtenir la matière première pour fabriquer de la crème, du beurre et les différents fromages.

La matière grasse est, parmi les composants importants du lait, celui qui est le plus variable en proportion ainsi qu'au niveau de sa composition. Elle se présente sous forme globulaire et dispersée dans la phase aqueuse que représente le lait écrémé. L'émulsion est de type huile dans l'eau (Boutonnier, 2006).

La concentration et la transformation de cette matière grasse au niveau industriel ou artisanal donne de la crème et par barattage de cette dernière du beurre. Alors que le "Smen" ou "Dhan" est un beurre fermenté traditionnel fabriqué à partir de crème ou de beurre provenant de plusieurs espèces animales. Il est produit dans de nombreux pays à travers le monde, en Asie, au Moyen-Orient et en Afrique (Afsaneh et *al.*, 2016) et son nom et ses méthodes de préparation diffèrent d'une région à une autre.

Dans ce contexte, nous avons réalisé notre étude bibliographique, qui a pour but de rapporter les méthodes industrielles de transformation de la matière grasse ainsi que celles de certains produits laitiers traditionnels.

# *Chapitre 01*

## *Généralités sur le lait*

## 1. Définition du lait

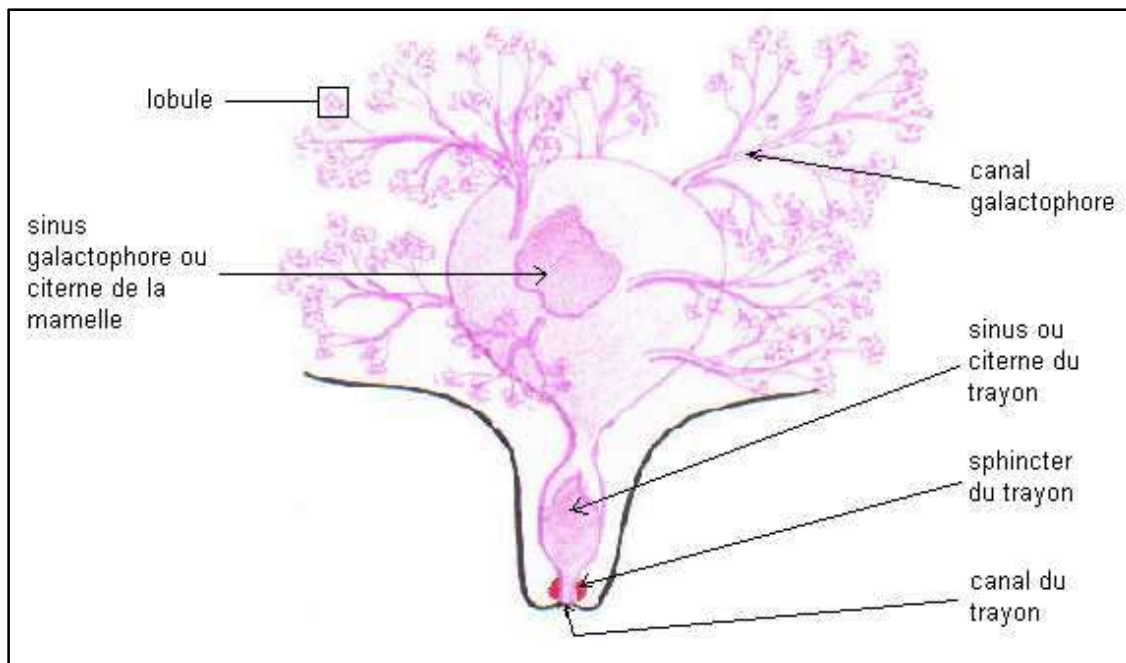
Le lait est un liquide deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée, son goût variable selon les espèces animales est agréable et douceâtre (Goursaud, 1987).

Selon le congrès international de la répression des fraudes (1909), c'est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum.

Selon le *Codex Alimentarius* (1999), le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

## 2. Sécrétion du lait

Le lait est sécrété dans des vésicules de 100 à 300  $\mu$  de diamètre, appelées alvéoles ou acini. Ces alvéoles sont organisés en grappes et sont entourés d'un tissu conjonctif et adipeux, très vascularisés, appelé stroma. Ils s'ouvrent sur les arborisations les plus fines d'un système de canaux galactophores qui permet de drainer le lait du lieu de sa sécrétion vers la citerne du quartier et le trayon. Lorsque l'accumulation de sécrétion avant la traite est importante, les alvéoles se distendent et forment une forme spongieuse (Sérieys, 2010).



**Figure 1 :** Coupe d'un quartier du pis d'une vache (Mathieu, 1998)

### 3. Composition du lait cru

Le lait est un liquide opaque, blanc, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en  $\beta$ -carotènes de la matière grasse, avec des nuances variant du bleuté au jaunâtre, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races (Alais, 1984). Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite ou de l'allaitement.

Le lait n'est cependant pas un aliment complet, car carencé en fer et acides aminés soufrés (méthionine, caséine). Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore) sous forme organique et minérale facilement assimilable par l'organisme.

La composition des laits varie selon les espèces : les laits de ruminants ont une teneur élevée en protéines et se distinguent aussi par une proportion importante de résidus d'acide gras (AG) à courte chaîne dans la constitution des triglycérides. Ce sont les laits de vache et de chèvre qui présentent les compositions les plus équilibrées en lipides, en lactose et en protéines (Jeantet et *al.*, 2008).

**Tableau 1** : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Amiot et *al.*, 2002)

Animaux	Eau(%)	Matière grasse(%)	Protéines (%)	Glucides (%)	Minéraux (%)
Vache	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
Chèvre	87,0	3,8	2,9	4,4	0,9
Brebis	81,5	7,4	5,3	4,8	1,0
Chamelle	87,6	5,4	3,0	3,3	0,7
Jument	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

#### 3.1. Eau

Le lait contient en moyenne 875g/l d'eau. Elle apparaît comme l'élément le plus important (Pougheon et Goursaud, 2001). Cette eau se trouve sous deux états :

- L'eau extra micellaire : représente 90 % de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble. Une petite partie de cette eau est liée aux éléments hydrosolubles dont les protéines solubles.
- L'eau intra micellaire : représente environ 10% de l'eau totale, une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre fraction conserve des propriétés de solvants (Mahaut et *al.*, 2000).



### 3.2. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose, disaccharide constitué par l'association d'une molécule du glucose (70 mg/l) et d'une molécule du galactose (20 mg/l).

Il représente plus de la moitié de l'extrait sec total. Sa concentration est relativement constante et peu sujette aux variations saisonnières. La teneur en glucides variables au cours de la lactation est différente selon l'espèce prise en compte (Pougheon et Goursaud, 2001 ; Fredot, 2005).

### 3.3. Protéines

La composition de lait en acides aminés est voisine de celle de l'œuf (produit de référence). On notera la présence d'acides aminés indispensables dont principalement la lysine, la thréonine, l'histidine et la méthionine. Le lait est donc le complément idéal des céréales. Les protéines laitières fournissent 12% de l'apport énergétique total. L'apport conseillé est 70g/jour. L'ingestion d'un litre de lait et de 100g de fromage couvre 80% des besoins protéiques (Jeantet et *al.*, 2008).

### 3.4. Matières grasses

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 3 à 5 µm. Elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%) (Tableau 2).

La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.

La consommation de la matière grasse laitière est indispensable dans l'alimentation. Ces lipides d'origine laitière ne soulèvent pas d'objection particulière sur le plan nutritionnel et sont une source de vitamines A, D et E pour l'essentiel (Jeantet et *al.*, 2008).

**Tableau 2** : Composition lipidique du lait (Gaidig et *al.*, 2001)

Composition lipidique	Proportion de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	01
Fraction insaponifiable (Cholestérol et β carotène)	01

### 3.5 Minéraux

Ils sont très divers. Certains sont en concentration plus importante dans le lait, de l'ordre du gramme par litre : ce sont le calcium (minéral d'importance majeure dans le lait), le phosphore, le magnésium, le sodium, le potassium et le chlore. D'autres sont présents à raison de moins

d'un milligramme : il s'agit du fer, du zinc, de l'iode, du cuivre, du molybdène, du sélénium et du fluor (Leclercq, 1999).

Le lait apporte de nombreux minéraux. Les plus importants sont groupés dans le tableau 03 :

**Tableau 3** : Composition du lait en minéraux (Amiot et *al.*, 2002)

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	445	Calcium (Ca)	1180
Magnésium (Mg)	105	Fer (Fe)	0,50
Phosphore (P)	896	Cuivre (Cu)	0,10
Chlore (Cl)	958	Zinc (Zn)	3,80
Potassium (K)	1500	Iode (I)	0,28

A cette liste s'ajoute certains éléments, comme le soufre présent dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont à de faibles concentrations à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium et probablement certains autres minéraux (Brulé, 1987).

### 3.6 Vitamines

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantités variables dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires, etc).

D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques (Jeantet et *al.*, 2008).

### 3.7 Enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par les cellules vivantes ; chaque enzyme possède son point isoélectrique et s'avère vulnérable à différents agents dénaturants comme la variation de pH, la température, la force ionique, les solvants organiques. Les enzymes sont des biocatalyseurs, car ils accélèrent les réactions biochimiques. Chaque enzyme possède une spécificité absolue à un type de réaction ; en plus de cette spécificité de réaction, chaque enzyme est spécifique à un substrat (constituant ou groupe de constituants). Cette spécificité lui vient de son site actif qui possède la forme complémentaire du substrat.

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrolases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique

sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (Amiot et *al.*, 2002).

Caractéristiques des principaux enzymes du lait sont représentées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 4:** Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Amiot et *al.*, 2002)

Groupes d'enzymes	Classe d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	<b>Estérases :</b> Lipases	8,5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4,0-5,2	37	Esters phosphoriques
Hydrolases	<b>Protéases :</b> Lysosyme	7,5	37	Parois cellulaires microbiennes
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases ou oxydases	Sulfhydryle oxydase	7	37	Protéines peptides
	Xanthine oxydase	8,3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6,8	20	Composés réductase+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Catalase	7	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

### 3.8. Matière saline

Le lait contient des sels à l'état dissout, sous forme de phosphates, de citrates et de chlorures du calcium, du magnésium, du potassium et du sodium (Vierling, 1998).

### 3.9. Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), du diazote (N<sub>2</sub>) et du dioxygène (O<sub>2</sub>) (Vierling, 1998).

## 4. Caractéristiques physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

### 4.1. Masse volumique et densité du lait

Selon Pointurier (2003), la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée  $\rho$  et s'exprime en Kg.m<sup>-3</sup> dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est

déterminée. La masse volumique du lait entier à 20 °C est en moyenne de 1030 Kg.m<sup>-3</sup> (Amiot et *al.*, 2002).

La **densité** d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau, on a :

$$d = \frac{\rho \text{ lait}}{\rho \text{ eau}}$$

$\rho$  lait : la masse volumique du lait.

$\rho$  eau : la masse volumique de l'eau.

Comme la masse volumique de l'eau à 4 °C est pratiquement égale à 1000 Kg.m<sup>-3</sup>, la densité du lait à 20 °C par rapport à l'eau à 4 °C est d'environ 1.030 ( $d_{20/4}$ ).

#### 4.2 Point de congélation

Neville et Jensen (1995), ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait.

Sa valeur moyenne se situe entre -0,54 °C et -0,55 °C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de -0,530 °C à -0,575 °C. Le mouillage élève le point de congélation vers 0 °C, puisque le nombre de molécules autres que celle de l'eau, et des ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (Mathieu, 1999).

Un point de congélation supérieur à -0,530 °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'un cryscope (Jean et Dijon, 1993).

#### 4.3 Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme étant la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C, Cette propriété physique diminue avec la pression. Ce principe est appliqué dans les procédés de concentration du lait (Amiot et *al.*, 2002).

#### 4.4 Acidité du lait

Selon Jean et Dijon (1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

L'acidité titrable de lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D).

L'acidité titrable du lait normal est de 15 à 18 °D.

1 °D = 1 millilitre d'acide lactique dans 10 millilitres de lait soit 0.1 gramme d'acide lactique par litre. Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes et inversement.

#### 4.5 pH du lait

Le pH d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions  $H^+$  en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines, c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique. Un lait ayant une acidité développée importante aura un pH plus bas que 6,6, car l'acide lactique est un acide suffisamment fort pour se dissocier et abaisser le pH d'une valeur mesurable. Deux laits peuvent donc avoir des pH identiques, c'est-à-dire être dans le même état de fraîcheur, mais avoir des acidités titrables différentes. Par contre, deux laits peuvent avoir des acidités titrables identiques, soit la même concentration de composés acides, mais des pH différents. Par exemple :

- Lait n°1 : pH =6,7 ; acidité titrable = 14°D ; lait normal et stable.
- Lait n°2 : pH =6,7 ; acidité titrable= 18°D ; lait riche en protéines, en phosphate et stable.
- Lait n°3 : pH =6,4 ; acidité titrable= 18°D ; lait ayant une acidité développée, dans un état de fraîcheur douteux (Amiot et *al.*, 2002).

#### 5 Critères hygiéniques d'ordre microbiologique

Le lait et les produits laitiers peuvent contenir des micro-organismes pathogènes pour l'homme et être des agents de transmission de maladies contagieuses. Ces germes dont les origines sont variées (mamelle, environnement, homme) peuvent être à l'origine de toxi-infections alimentaires en infectant l'organisme des consommateurs.

Le lait peut ainsi être le vecteur de *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella abortus*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Salmonella*, *Streptocoques* du groupe A, ou encore des virus de

la poliomyélite. Les micro-organismes qui s'y développent préférentiellement sont les bactéries lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. Le lait non traité thermiquement contient des substances inhibitrices contre certains germes pathogènes (Jeantet et *al.*, 2008).

# *Chapitre 02*

## *Transformation de la matière grasse du lait*

## **1. Matière grasse du lait**

Le lait de vache contient naturellement entre 3,6% et 4,5% de matière grasse. C'est le second constituant de la matière sèche du lait après le lactose. La matière grasse confère au lait entier la moitié de sa valeur énergétique. Les lipides du lait sont principalement constitués par des triacylglycérols (TAG) (Reuner, 1983).

## **2. Transformation de la matière grasse**

La matière première utilisée dans le processus de fabrication de la crème et du beurre de consommation est la crème restante après l'opération d'écémage et normalisation du processus d'élaboration du lait de consommation (CAR/PP, 2002).

### **2.1. Crème**

Selon Mulder et Walstra (1974) ; la crème peut se définir comme une émulsion d'origine laitière de type huile dans l'eau, tout comme le lait, mais plus riche en matière grasse que ce dernier. Elle est obtenue par écémage et sa concentration en matière grasse est variable. Plusieurs destinations sont possibles :

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

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

#### **2.1.1. Ecémage**

C'est le procédé par lequel on sépare la crème des autres composants du lait. Le lait chauffé à environ 60 °C, alimente en continu la cuve de l'écémeuse centrifugeuse qui le soumet à une rotation très rapide. La force centrifuge accélère la séparation des composants du lait : les plus denses gagnent les parois extérieures tandis que les plus légers, les corps gras, se rassemblent au centre, c'est la crème (Bouainah, 2020).





**Figure 2 :** Centrifugeuse utilisée pour l'écémage du lait (Boutonnier, 2007)

### **2.1.2. Standardisation**

C'est une opération qui consiste à ajuster le taux de matière grasse par addition de crème plus riche en matière grasse ou encore de lait écrémé à une crème riche en matière grasse (Amiot et *al.*, 2002).

### **2.1.3. Homogénéisation**

Ce traitement permet d'obtenir des crèmes relativement visqueuses avec des taux de matière grasse, assez faibles. Les paramètres d'homogénéisation sont variables suivant la teneur en matière grasse de la crème (pression élevée pour les crèmes légères) (Partridge, 2008).

### **2.1.4. Pasteurisation**

La pasteurisation consiste en un traitement thermique à haute température qui se fait entre 85°C et 90°C pendant 15 à 20 secondes tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème. Elle provoque la destruction des germes pathogènes et de la plupart des germes saprophytes, la destruction des lipases facteurs de rancissement, la formation de composés sulfurés réducteurs qui s'opposent à l'oxydation des lipides, et la maîtrise ultérieure de la maturation lactique de la crème (Fredot, 2005).

### **2.1.5. Désaération et désodorisation**

La présence d'air, sous forme dissoute ou dispersée dans la crème, est issue des nombreuses opérations de transvasement du lait ou de la crème.

Cet air occasionne, notamment l'incrustation des surfaces d'échange thermique à haute température, des pertes de précision au niveau des mesures volumétriques, ainsi que des risques d'oxydation des acides gras insaturés.

En outre, la crème peut contenir des substances malodorantes :

- Issues de l'alimentation (plantes sauvages en pâturage, chou fourrager, etc).

- Originaires d'une fixation, par la matière grasse du lait, d'odeurs de substances diverses (produits d'hygiène, solvants divers, etc).
- Résultats d'une activité enzymatique ou microbienne.

Ce traitement s'effectue généralement dans un cyclone au sein duquel la crème circule en couche mince tangentielle à la paroi. La pression dans cette enceinte est réduite de manière à faciliter l'extraction de l'air et la vaporisation des substances malodorantes sans provoquer l'ébullition de la crème (Boutonnier, 2007).

### **2.1.6. Ensemencement en ferments lactiques et maturation**

Pour accroître la viscosité de la crème afin d'obtenir une crème épaisse on lui fait subir une maturation biologique.

Onensemence la crème, pasteurisée puis refroidie, avec un mélange de souches de ferments lactiques mésophiles qui comprend :

- D'une part, des souches acidifiantes, comme *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris*, qui transforment le lactose en acide lactique. Ce dernier permet un abaissement du pH, et l'inhibition des microorganismes de contamination ;
- D'autre part, des souches aromatiques comme le *Lactococcus diacetylactis* et *Leuconostoc cremosis* qui fermentent les citrates et produisent du diacétyl.

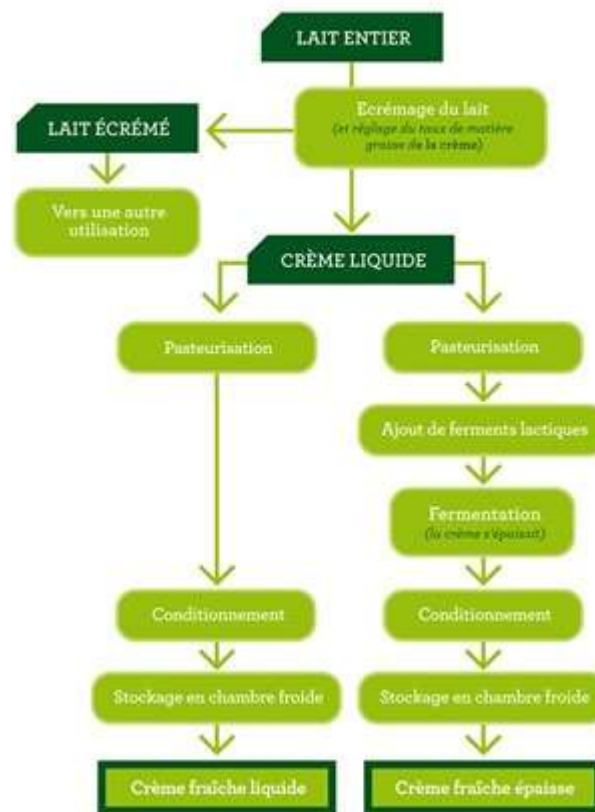
Cette maturation dure entre 15 et 20 heures. Elle s'opère à des températures soit basses vers 14-15 °C pour favoriser les souches microbiennes aromatiques, soit plus élevées vers 20-23 °C afin au contraire, de privilégier les souches microbiennes acidifiantes (Boutonnier, 2007).

Les valeurs de pH varient selon le type de la crème, elles sont de 6,2 à 6,3 pour les crèmes fraîches et 4,5 à 4,6 pour les crèmes acides. C'est surtout à partir de pH 5,0 que l'augmentation de la viscosité de la crème est plus importante et que les *Leuconostoc* se développent en produisant de l'arôme (Jeantet et *al.*, 2008), la figure 3 résume les différentes étapes du procédé de fabrication de la crème.

### **2.1.7. Conditionnement**

Le mode de conditionnement et le type d'emballage utilisés varient selon le produit, la crème est répartie dans les pots sur une conditionneuse dotée de doseurs à piston. Les pots sont ensuite étiquetés puis stockés en chambre froide (Dudez et *al.*, 2002).

## LA FABRICATION DE LA CRÈME FRAÎCHE



**Figure3** : Diagramme du procédé de fabrication de la crème fraîche (Anonyme 1).

### 2.2. Le beurre standard

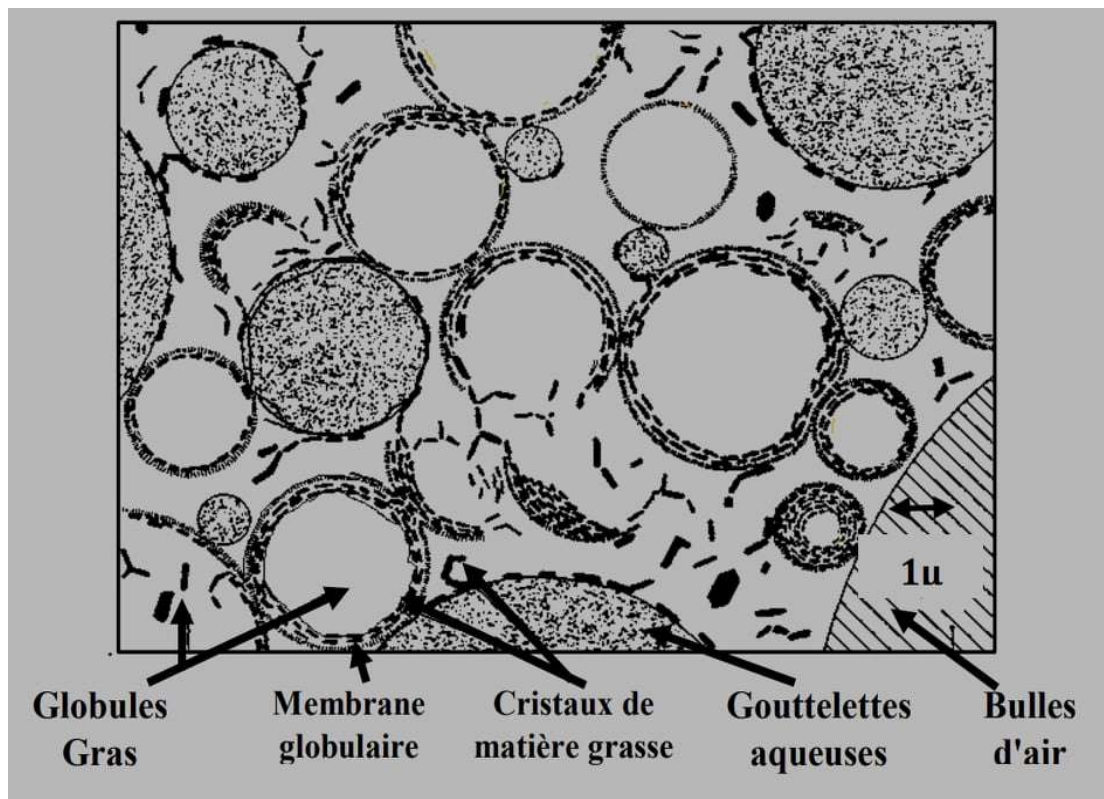
Le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement, sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile (*Codex Alimentarius*, 1971). Selon les époques, les pays concernés, les matières premières laitières disponibles et les beurres fabriqués, trois procédés ont été employés : (Boutonnier, 2007)

- **Procédé par concentration**
- **Procédé par combinaison**
- **Procédé par agglomération** : c'est surtout ce procédé qui est développé ici, car c'est le plus répandu dans le monde. Il s'est imposé grâce à sa maîtrise de la qualité du produit fini, sa souplesse d'utilisation et surtout par la productivité des appareils qu'il met en œuvre.

#### 2.2.1. Structure du beurre

La matière grasse existe dans le beurre sous deux formes : la matière grasse globulaire et libre. Une partie de la matière grasse sous ces deux formes est à l'état cristallisé est un peu à l'état liquide. La dureté et la consistance du beurre dépendent donc de la proportion et de la composition de ces deux formes de matière grasse. L'incorporation d'air dans le beurre forme

des crevasses internes et peut à un certain degré contribuer à la consistance du beurre. En outre, il contient jusqu'à environ 4% (v/v) d'air dissous (Walstra et *al.*, 1999). Le globule gras joue un rôle prépondérant dans la fabrication du beurre, et les caractéristiques physiques et chimiques de la matière grasse du lait varient avec la race, la période de lactation et l'alimentation. Ainsi, en été, la proportion des acides gras insaturés rend le beurre plus mou, qu'en hiver. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités, facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse. De plus, certains globules ont une membrane plus ou moins enveloppante et forment ainsi différents types d'agglomérations de globules gras (Angers, 2010). Le diamètre moyen des globules de la matière grasse dans le beurre est d'environ 3,5 à 4  $\mu\text{m}$ . Ils sont sphériques, entourés d'une couche biréfringente, constituée par les molécules des matières grasses à point de fusion le plus élevé, orientée radialement par rapport à la surface du globule. La matière grasse libre ne contient ordinairement pas de cristaux de matière grasse visibles au microscope. Les gouttelettes de la phase aqueuse ont un diamètre d'environ 1 à 30  $\mu\text{m}$ . Elles sont généralement sphériques, ne contiennent pas de globules de matière grasse, et n'ont jamais de couche biréfringente (Mohr et Baur, 1949).



**Figure 4:** Microstructure du beurre à température ambiante (Walstra et *al.*, 1999).

### **2.2.2. Fabrication du beurre standard par procédé d'agglomération**

Depuis des siècles, les éleveurs laitiers fabriquent du beurre de manière très simple. Le refroidissement du lait permet de récupérer la crème en surface. L'agitation de la crème dans une baratte provoque la formation des grains de beurre. Le rendement de ce procédé très artisanal est faible (Anglade et *al.*, 2010). Il existe aussi une façon de production industrielle en utilisant un butyrateur mais certaines étapes sont en commun. L'élaboration du beurre commence avec le traitement préalable de la crème.

#### **2.2.2.1. Maturation physique**

L'exposition de la crème au froid permet de diminuer les pertes en matière grasse dans la suite du processus et de réduire le taux d'humidité du beurre. En effet, le froid provoque la cristallisation des globules gras de la crème, ce qui facilite la formation des grains de beurre au moment du barattage. Cette phase est appelée maturation physique. La crème est refroidie dans la cuve à une température de 6 à 7 °C pendant 3 à 4 heures (Dudez et *al.*, 2010).

#### **2.2.2.2. Maturation biologique**

La crème est d'abord réchauffée à la température de 10 à 15 °C. Les ferments lactiquesensemencés entrent en activité à cette température. La fermentation dure le temps nécessaire pour obtenir l'acidité désirée (environ 15 à 18 heures). Une longue durée favorise l'arôme du beurre (Dudez et *al.*, 2010).

#### **2.2.2.3. Préparation de la baratte**

La baratte est désinfectée à l'eau javellisée, puis rincée avec de l'eau glacée. L'intérieur de la baratte peut être aussi recouvert d'un film limitant le collage des grains de beurre par un lavage à l'eau bouillante additionnée de lessive alcaline mouillante et désinfectante puis rincée à l'eau froide (Dudez et *al.*, 2010).

#### **2.2.2.4. Barattage**

La baratte est remplie au maximum à 50 % de sa capacité, car pour l'inversion des phases, le passage par un stade de mousse de crème est indispensable, afin de réunir les globules gras pour faciliter leur agglomération. Sous l'action de chocs répétés pendant quelques dizaines de minutes, d'une part on incorpore de l'air et les globules gras migrent à l'interface air/crème et d'autre part on endommage 20 à 30 % de ces derniers. Cela a pour conséquence de libérer de la matière grasse liquide qui va agglutiner les globules gras. Le processus d'agglomération se poursuivant, on assiste à la formation de micro grains de beurre. À un certain stade de la fabrication, la pression gazeuse à l'intérieur des bulles d'air de la mousse de crème est insuffisante pour soutenir ces agglomérats de graisse, alors la mousse s'effondre, c'est

l'inversion des phases. À ce moment-là, deux phases apparaissent, l'une est solide, ce sont les grains de beurre, l'autre est liquide, c'est le babeurre dans lequel baignent les grains de beurre. Ensuite, lorsque le grain de beurre a atteint la taille souhaitée, la rotation est arrêtée et l'on procède à l'égouttage par gravité du babeurre (Boutonnier, 2007).



Figure 5 : Baratte à beurre mécanique (Anonyme 2)



Figure 6 : Barattes à l'ancienne en bois (Anonyme 3)

#### 2.2.2.5. Lavage des grains de beurre

Le lavage des grains de beurre élimine le babeurre inter granulaire. Cette opération améliore la conservation car une partie des micro-organismes est évacuée avec l'eau de lavage.

Le beurre est lavé à l'eau froide afin de baisser la température et de faciliter l'opération suivante (le malaxage). L'eau glacée (2 à 6 °C) est ajoutée à un volume égal à celui de babeurre éliminé. Laisse reposer 5 à 10 minutes. La baratte est actionnée en vitesse lente pour rincer les grains de beurre puis l'eau est évacuée. Il est possible d'effectuer deux à trois lavages successifs jusqu'à ce que l'eau après agitation soit claire (Dudez et *al.*, 2010).

### 2.2.2.6. Malaxage

Le malaxage s'effectue dans la baratte. Cette opération permet de regrouper les grains de beurre en masse homogène, d'éliminer le babeurre restant ainsi que l'eau excédentaire, d'assurer une meilleure conservation et d'améliorer la consistance du beurre. Le malaxage provoque une élévation de la température. C'est pourquoi il faut refroidir le beurre au moment de lavage (température recherchée 9 à 10 °C). La baratte tourne en vitesse lente. Elle est ensuite vidangée par gravité (Dudez et *al.*, 2010).

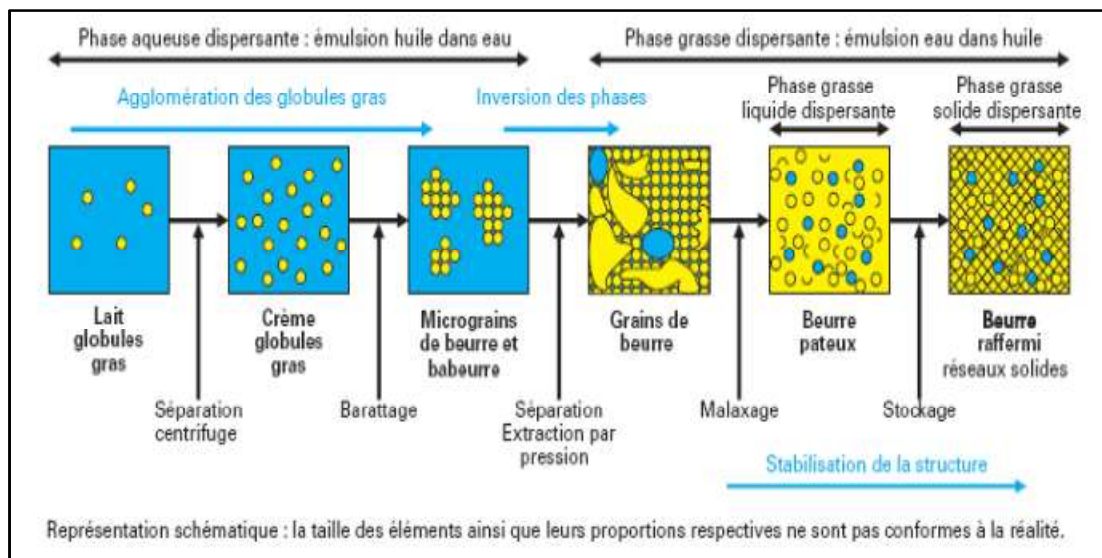
### 2.2.2.7. Conditionnement du beurre

Plusieurs types d'emballages sont mis en œuvre selon la fermeté du beurre. La motte de beurre peut être moulée dans des moules en matières plastique ou en bois ou emballée dans du papier sulfurisé (Dudez et *al.*, 2010).

### 2.2.2.8. Stockage

Le beurre comme toute denrée périssable se conserve au froid à +6 °C. La chaîne du froid doit être maintenue jusqu'à la vente au consommateur final (transport, stockage sur les lieux de vente) (Dudez et *al.*, 2010).

L'évolution de l'organisation de la structure de la matière grasse entre le lait, la crème et le beurre est montrée dans la figure 7.



**Figure 7** : Evolution de l'organisation de la structure de la matière grasse entre le lait, la crème et le beurre (Boutonnier, 2007).

## 2.2.3. Autres produits traditionnels

### 2.2.3.1. Au niveau Algériens

- **Beurre cru**

Le beurre frais ou "Zebda" est obtenu après barattage du lait caillé ("Rayeb"), ce dernier est progressivement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40 à 50 °C) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules gras et accroître le rendement en beurre. Les globules lipidiques apparaissent en surface, et ils sont récupérés à la fin du barattage (Camps, 1984 ; Bellakhder, 2008). Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de sa forte concentration en eau (FAO, 1990 ; Benkerroum, 2013).

Le procédé consiste à abandonner le lait à lui-même dans une marmite en terre cuite ("Raouaba") jusqu'à sa coagulation (Harrati, 1974-b ; Camps, 1984 ; FAO, 1990), celle-ci se fait à température ambiante et dure à 72 heures suivant la saison (Tantaoui et al., 1983 ; Tantaoui-Elaraki et El Marrakchi, 1987).

Le caillé formé est brassé à l'aide d'une cuillère ou une louche pour faciliter son transvasement dans le récipient utilisé pour le barattage. Depuis la plus haute antiquité, trois types de barattes traditionnelles sont utilisés en Algérie, selon les Régions. Chez les Chaouias des Aurès et les nomades sahariens on utilise la "Chekoua" (Figure 8), fabriquée à partir de la peau de la chèvre ou de brebis après un traitement laborieux. La "Chekoua" remplie de "rayeb" est suspendue à un tripode ou à une poutre, elle est vigoureusement agitée d'avant en arrière jusqu'à coalescence des agrégats des particules grasses. Les particules de matière grasse s'agglomèrent alors entre elles pour former des grains de beurre (Boubekri et al., 1984 ; Camps, 1984 ; Benkerroum et Tamime, 2004 ; Mechai et al., 2014).



**Figure 8** : *Chekoua* ; Baratte en peau de Brebis/Chèvre.

(Anonyme 4)

Dans la région de Kabylie orientale, les femmes utilisaient des ustensiles en terre cuite appelés "Mezla" (Figure 9) ou "Artoul" quand il s'agit de petits volumes. La "Mezla" est déposée sur un morceau en liège et secouée pour extraire le beurre. Sur le côté du "Mezla" se trouve un petit



trou fermé avec un tissu appelé "*Anfous*" que les femmes enlèvent de temps en temps au cours du barattage pour évacuer l'air se formant à l'intérieur de la baratte. L'orifice de la baratte est fermé hermétiquement à l'aide d'un morceau en peau de chèvre appelé "*Afzaz*" serrée autour de l'ouverture principale de la baratte par une ficelle.



**Figure 9 :** Mezla ;Baratte en terre cuite (Anonyme 5)

Sur les hauteurs de Djurdjura, les femmes kabyles utilisent "*Thakhssayeth Oussendou*" appelée aussi "*Thakhchachet*" (Figure 10). Ce choix n'a pas été fait au hasard, sur le relief montagneux et escarpé de la Kabylie, on pousse une plante appelée calebasse. Cette plante donne un fruit qui à maturité devient rigide et vide à l'intérieur, il sert de baratte traditionnelle en Kabylie.

Le manipulateur doit secouer énergiquement avec les deux mains. L'opération de barattage dure de 40 minutes jusqu'à 1 heure 15 minutes. La "*zebda*" est récupérée généralement à la main (Camps, 1984 ; Harrati, 1974).



**Figure 10 :** Thkhssayeth Oussendou ou Thakhchachet ; Calebasse de barattage (Anonyme 6)

- **D'han ou Smen**

Le "*Smen*" ou "*Dhan*" algérien est un produit laitier ethnique qui est un beurre fermenté traditionnel fabriqué à partir de lait cru entier par des méthodes empiriques. Ce produit constitue une part importante de l'alimentation algérienne et représente un patrimoine

gastronomique à préserver et à protéger. Concernant le mode de production, le lait cru (lait de vache, de chèvre et / ou de brebis) est fermenté spontanément jusqu'à coagulation. Ensuite, le *coagulum* obtenu ("Raib") est baratté avec différents outils pour obtenir le beurre utilisé pour la préparation de "Smen" ou "Dhan". Ensuite, deux modes de préparation différents sont utilisés en fonction des régions étudiées. Les ménages de Batna, Khenchela et Sétif procèdent directement au salage du beurre tandis que dans les régions de Biskra, Jijel, El Oued et Ouargla, un procédé différent est utilisé impliquant d'abord un traitement thermique du beurre suivi de l'ajout d'un ou plusieurs ingrédients. Après emballage dans un récipient en céramique traditionnel ("Ezzir") et autres récipients, une étape de maturation est appliquée avec une longue durée variant d'un mois à plusieurs années (Boussekine, Merabti et *al.*, 2020).

### 2.2.3.2 Au niveau international

- **En Ethiopie**

En Ethiopie, il existe deux types de beurre, mûri / rance et frais, appelés localement "besalkibe" et "lega kibe", respectivement (Mekedes, 2008). Cependant, Abebe et *al.* (2014) ont signalé qu'il existe trois types de beurre en Éthiopie, à savoir le "lega", le "mekakelegna" et le "besal", qui désignent respectivement le beurre frais, semi-rance et rance, en fonction du degré de lipolyse du beurre. La fabrication et la transformation du beurre sont uniquement effectuées par les femmes de chaque communauté en Éthiopie.

Le beurre produit localement est semi-solide à température ambiante. Il a une odeur agréable lorsqu'il est frais, mais avec une augmentation de la durée de stockage, des changements d'odeur et de goût se produisent, à moins qu'il ne soit réfrigéré ou transformé en "ghee" traditionnel ("dhadhabakkaa" / "nitirkibe") en le faisant bouillir avec des épices (Lola et Haile, 2015).

- **En Jordanie**

Traditionnellement, le beurre jordanien a toujours été fabriqué à partir de yaourt. Lorsqu'une quantité suffisante de lait de brebis a été collecté, il est fermenté puis baratté par agitation mécanique jusqu'à la formation de granules de beurre. Dans la fabrication du beurre à partir du yaourt, l'objectif du barattage est d'extraire le maximum de matière grasse en transférant l'émulsion d'huile dans l'eau vers l'eau dans l'huile. Le liquide qui reste après l'extraction du beurre - le babeurre - est utilisé pour produire un type de yogourt sec appelé "Jameed", un produit laitier local en Jordanie (Aljaafreh et *al.*, 2019).

- **En Inde et en Egypte**

Le beurre de ghee est un produit d'origine orientale, plus particulièrement de l'Inde et de l'Egypte, à base de lait de vache ou de bufflesse. Il est fabriqué à partir de crème douce, de crème maturée ou de beurre fondu. La maturation se fait à l'aide de lactobacilles (*L. bulgaricus*) ou de streptocoques (*Str. Lactis*). La saveur et la qualité de ce type de beurre dépendent principalement des cultures utilisées.

Les grains de beurre ne sont ni lavés ni malaxés ; ils sont chauffés pendant quelques heures entre 100 et 110 °C et même à plus haute température. Le produit est filtré et met en contenants et refroidit progressivement. Le beurre de ghee peut prendre une couleur brunâtre due à la réaction de Maillard lors du chauffage. Son contenu en eau est inférieur à 1%. Bien fabriqué, il conserve une teneur satisfaisante en vitamines (Amiot et *al.*, 2002).

# *Conclusion général*

## CONCLUSION CENERALE

Le lait est une matière première de grande importance nutritionnelle. En effet, il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie.

Le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physico chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels.

Parmi les plus importants composants ; la matière grasse laitière qui constitue une source concentrée d'énergie et d'acides gras essentiels et agit comme transporteur de vitamines liposolubles et d'antioxydants.

A travers cette étude bibliographique, on a rapporté les méthodes standardisées de fabrication du beurre et de la crème, ainsi que des produits traditionnels locaux et ceux des autres pays selon différents procédés.

# *Références bibliographiques*

- Abebe B., Mohammed YK., Zelalem Y., 2014. Handling Processing and utilization of milk and milk products in Ethiopia. A review. *World Dairy Food* 9(2), pp. 105-112.
- Afsaneh M.A., Hosseinpour M.A., Mina A., 2016. Investigation of quality, advantages and disadvantages, processing and characteristics of ghee: a review paper. *Indian J. Fundam. Appl. Life Sci* 6, pp.1-7.
- Alais C., 1984. Science du lait. Principe des techniques laitières, 4<sup>ème</sup> édition, Sepaic, Paris, 14p.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R., 2002. In : Vignola C.L, Sciences et technologiques du lait : transformation du lait, Ecole polytechniques de Québec, pp. 3- 22-26-29-54-340.
- Angers P., 2010. Beurre et production de matière grasse laitière. In : science et technologie du lait : Transformation du lait. Vingnola C.L. Presse internationale polytechnique de Montréal, Canada, p : 323. 600p.
- Anonyme 1 (<https://www.syndifrais.com/produits-cremes-fraiches-fabrication.html>)
- Anonyme 2 (<https://www.exportersindia.com/k-s-system/butter-churning-machine-5444518.htm>)
- Anonyme 3 (<https://www.alamyimages.fr/photos-images/baratte-%C3%A0-beurre.html>)
- Anonyme 4 (<https://www.twitter.com/photo-images/chekoua.html>)
- Anonyme 5 (<https://www.mangeonsbien.com/photo-images/mezla-rouaba.html>)
- Anonyme 6 (<https://www.nissa22.unblog.fr/photo/chekoua-kabyle.html>)
- Bellakhdar J., 2008. Hommes et plantes au Maghreb : éléments pour une méthode en Ethnobotanique, Maroc, Plurimondes, 386 p.
- Benali A., 2018. ONIL : Les Algériens consomment annuellement 55 litres de lait en plus de la moyenne mondiale.
- Benkerroum N., 2013. Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12:54.
- Benkerroum N., Tamime A.Y., 2004. Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale. *Food Microbiol*, 21(4), pp 399-413.
- Boubekri C, TantaouiElaraki A., Berrada M., Benkerroum N., 1984. Caractérisation physicochimique du lben marocain. *Le Lait*, INRA Editions, pp.436-447.
- Bouainah, O., Bouanane, R., Bouremouz, Y., Boudjerda, D.E., 2020. La consommation du lait et produits laitiers et les dangers sanitaires liés aux zoonoses. In. Université de jijel, City.
- Boussekine R., Merabti R., Barkat M., Becila F., Belhoula N., Mounier J., Bekhouche F., 2020. Traditional fermented butter smen/dhan: Current knowledge, production and consumption in Algeria ISSN 1927- 0887, Published by Canadien Center of Science and Education, Vol. 9, No. 4, 71p.
- Boutonnier J.L., 2007. Matière grasse laitière crème et beurre standard, Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire. Doc F 321. pp.02-03-15. 16 p.
- Brulé G., 1987. Les minéraux. In Cepil (1987). *Le lait matière première de l'industrie laitière*. Cepil-INRA, Paris, pp. 87-98.

- Camps G., 1984. Encyclopédie berbère, Volume IV Alger - Amzouar. Ouvrage publié avec le concours et sur la recommandation du Conseil International de la Philosophie et des sciences humaines UNESCO, ISBN 2-85744-201-7 & 2-85744-282-3, Editions EDISUD, France, pp.447-629.
- CAR/PP, 2002. Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre, Plan d'action pour la Méditerranée. La pollution dans l'industrie laitière. Doc, Paris, P 45.
- Codex Alimentarius*, 1971. Codex STAN 279-1971, Norme Codex pour le beurre, P 01.
- Codex Alimentarius*, 1999. Codex STAN 206 (1999), Norme générale Codex pour l'utilisation de terme de laiterie, p 01.
- Congrès international de la répression des fraudes, 1909. 1<sup>er</sup> congrès pour la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques, Paris.
- Debrey G., 2001. Lait nutrition et santé. Ed technique et documentaire, Lavoisier, France, 566 p.
- Dudez P., Simon D., François M., 2002. Transformer les produits laitiers frais à la ferme, Educagri, Paris, France, 96p.
- Dudez P., Simson D., François M., 2010. Transformer les produits laitiers frais à la ferme, Educagri, Paris, France, pp. 109-110-111-112-113.
- FAO, 1990. The technology of traditional milk products in developing countries. FAO Animal Production and Health, Paper N°85, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 333p.
- Fredot E., 2005. Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 295 p.
- Gaidig S., Chrdigny J.M et Sèbèdio J.L., 2001, Lipides, Ed Tec & Doc, Paris, pp.340-651.
- Goursaud J., 1987. Le contrôle de la qualité du lait, matière première de l'industrie. In Cepil .Le lait matière première de l'industrie laitière. Cepil-INRA, Paris, France pp. 385-395.
- Hallel, A., 2001. Fromages traditionnels algériens. Quel avenir. Revue agroligne 14, pp.43-47.
- Harrati E., 1974. Recherche sur le Lben. Laboratoire de microbiologie, Institut National Agronomique d'Alger, pp 21-29.
- Jean C., Dijon C., 1993. Revue, Aupil du lait, 2, 172p.
- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G., 2008. Les produits laitiers, Tec et Doc Ed., Lavoisier, pp. 01-61. 182p.
- Leclercq A., 1999. *Intérêt nutritionnel du lait pour l'Homme*, Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Créteil, 58p.
- Lola Z., Haile Z., 2015. The microbial properties of dairy products in Ethiopia. A review Inter J. Dairy. Technol 2(1), pp. 088-094.
- Mahaut M., Jeantet R., Bruleg G., et Schuch P., (2000). Les produits industriels laitiers, Ed Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 178p.
- Mathieu J., 1998. *Initiation à la physicochimie du lait*, Lavoisier Tec&Doc, Paris, 220p.
- Mathieu J., 1999. Initiation à la physicochimie du lait, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp. 3-190.
- Mechai A., Debabza M., Kirane D., 2014. Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products. International Food Research Journal, 21(6), pp. 2451-2457.



- Mekdes A., 2008. Assessment of processing techniques and quality attributes of butter produced in delbo watershed of Wolayita zone southern Ethiopia, Thesis Hawassa University, Ethiopia, 63p.
- Mohr J., Baur K., 1949. Aspects scientifiques de la fabrication continue du beurre, France. Le lait, 1953, vol.33, 142p.
- Mulder H., Walstra P., 1974. The milk fat globule. Editions Commonwealth Agricultural Bureau, England, and Centre of Agricultural Publishing and documentation, Netherlands, 293 p.
- Neville, M., 1995. The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R. Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc 82, 919.
- Partridge J., 2008. Fluid milk products, In: Ramech C., Chandan A.K., Nagendra P.S. Dairy processing and quality assurance, John Wiley.Sons, Inc. ISBN, 209p.
- Pointurier H., 2003. La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec & Doc, Lavoisier, France, 64p.
- Pougheon S. et Goursaud J., 2001. Le lait et ses constituants: caractère physico-chimique. In : lait, nutrition et santé, Ed Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp : 4-41.
- Sérieys F., 2010. Le tarissement des vaches laitières, Ed France Agricole, Paris, 32 p.
- Tantaoui-Elaraki A., Berrada M., EL Marrakchi, A., Berramou, A., 1983. Etude sur le lben marocain. Le Lait, INRA Editions, 63, pp. 230-245.
- Tantaoui-Elaraki A., El Marrakchi A., 1987. Study of the Moroccan dairy products: Lben and smen. World Journal of applied Microbioly and Biotechnology, pp. 211-220.
- Vierling E., 1998. Aliments et boissons ou filières et produits biosciences. Ed. Dion, Paris, p 278.
- Walstra P., Geurtz T.J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M.A.J.S, 1999. Dairy technology, principales of milk properties and processes. Food science and technology. NewYork-Basel: Marcel Dekker Inc, pp. 325- 515.