



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de 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

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

**Structure, procédé de fabrication et différents types du
beurre issu du lait de vache (Synthèse bibliographique)**

Présenté par : HANTI Sabah & MEBDOUA Saadia Hadjer

Devant le jury composé de :

M ^{me} BELHADJ S.	PROF	Université de Djelfa	Présidente
M. BENSID A.	MCA	Université de Djelfa	Promoteur
M. LAOUN A.	MCA	Université de Djelfa	Examineur
M. LAOUN K.	MCA	Université de Djelfa	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu pour nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail et qui nous a éclairé les chemins par la lumière de son immense savoir.

L'occasion m'est offerte pour remercier particulièrement :

Monsieur LAOUN Abbas et LAOUN Khalil qui a bien voulu examiner ce travail.

Madame BELHADJ S. qui fait l'honneur par sa présence en qualité de président de jury.

A tous mes professeurs, qui, durant tout le cycle universitaire ont su me transmettre leurs savoirs.

Dédicace

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien tout au long de mes études,

À mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

À mes professeurs dans les cycles de ma scolarité qui m'ont éclairé la voie de savoir.

Hadjer

Dédicace

Je dédie très spécialement ce travail à : Mes parents Mon cher frère

A mes chères sœurs pour leurs encouragements

A mes amis et mes professeurs dans les cycles de ma scolarité qui m'ont éclairé la voie de savoir.

Sabah

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre 1 : Généralités sur le lait cru

1. Définition 2

2. Rappel anatomophysiologique 2

2.1. Morphologie externe de la mamelle 2

2.2. Anatomie interne de la mamelle 3

2.3. Bases physiologiques de la sécrétion du lait 5

2.3.1. La synthèse et la sécrétion du lait 5

2.3.2. L'éjection du lait 7

3. Composition du lait 7

3.1. Eau 9

3.2. Glucides 9

3.3. Matière grasse 9

3.4. Les protéines 10

3.5. Minéraux 11

3.6. Vitamines 11

3.7. Enzymes 12

4. Facteurs de variation de la composition du lait 12

4.1. Facteurs liés aux conditions intrinsèques 13

4.1.1. L'âge 13

4.1.2. Facteur génétique 13

4.1.3.Niveau de lactation	14
4.1.4.L'état sanitaire (mammites chez les vaches).....	14
4.1.5.Age et nombre de vêlage.....	15
4.2.Facteurs liés aux conditions extrinsèques	15
4.2.1.Alimentation.....	15
4.2.2.Saison et climat.....	15
4.2.3.Effet de tarissement	15
4.2.4.Effet du mois de vêlage.....	16
4.2.5.Effet de la traite	16
5. Propriétés physico-chimiques du lait.....	16
5.1.Point de congélation.....	16
5.2.Point d'ébullition	17
5.3.Acidité du lait	17
5.4.Masse volumique et densité	17
6. Propriétés organoleptiques du lait cru	17
6.1.Aspect.....	17
6.2.Saveur.....	18
6.3.Odeur.....	18
7. Microbiologie du lait cru	18
7.1.Flore originelle	19
7.2.Flore de contamination.....	19
8. Hygiène de la traite.....	20
 Chapitre 2 : Le beurre	
1. Définition	21
2. Valeur nutritionnelle.....	21
3. Qualité du beurre	22

Qualité organoleptique.....	22
4. Couleur.....	22
5. Consistance	22
6. Goût	23

Chapitre 3 : Structure du beurre

Structure du beurre	24
---------------------------	----

Chapitre 4 : Procédé de fabrication et différents types du beurre

1. Procédé de fabrication	27
1.1. Réception du lait	29
1.2. Ecrémage	29
1.2.1. Ecrémage spontané ou crémage:	29
1.2.2. Ecrémage centrifuge:	29
1.3. La crème	30
Le lait écrémé	31
1.4. Pasteurisation de la crème :	31
Dégazage.....	32
1.5. Refroidissement	32
1.6. Maturation	33
1.6.1. Maturation physique	33
1.6.2. Maturation biologique	35
1.7. Barattage de la crème	36
1.7.1. Type de barattes	38
1.7.2. Température de barattage.....	38
1.8. Lavage du beurre	39
1.9. Malaxage	39
1.10. Conditionnement	40

1.11.Le stockage du beurre.....	40
2. Types du beurre	40
2.1.Le beurre cru	40
.2.2Beurre extra fin.....	40
2.3.Beurre fin.....	41
2.4.Beurre concentré.....	41
2.5.Beurre allégé.....	41
2.6.Beurre cuisinier ou beurre de cuisine.....	41
Conclusion	42
Références bibliographiques	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition moyenne du lait entier	8
Tableau 2 : Composition minérale du lait de vache	11
Tableau 3 : Composition vitaminique moyenne du lait cru	12
Tableau 4 : Flore originelle du lait cru	19
Tableau 5 : Composition moyenne pour 100 g de beurre	21
Tableau 6 : Éléments structuraux du beurre	26
Tableau 7 : La composition moyenne de la crème fraîche à 30 % de MG	31
Tableau 8 : Texture du beurre en fonction des rapports entre MG liquide et MG solide.....	34

Liste des figures

Figure 1 : Vue schématique de la mamelle	3
Figure 2 : Anatomie de la mamelle de vache.....	4
Figure 3 : Organisation d'un groupe d'alvéoles mammaires	5
Figure 4 : Composition de la matière grasse du lait	10
Figure 5 : Mammite d'une vache laitière.....	14
Figure 6 : Microstructure du beurre	24
Figure 7 : Schématisation de la structure de la membrane du globule.....	26
Figure 8 : Schéma de fabrication de beurre	28
Figure 9 : Illustration en coupe d'un séparateur centrifuge à bol vertical	30
Figure 10 : Processus de cristallisation de la crème	33
Figure 11 : Courbes typiques de température-temps pour la maturation physique de la crème dans la fabrication du beurre	34
Figure 12 : Les étapes dans la formation du beurre. Les sections blanches représentent la matière grasse et les sections noires représentent le sérum.	37
Figure 13 : Baratte à beurre en continu	37
Figure 14 : Type de baratte : (a) conique ; (b) biconique ; (c) cylindrique	38
Figure 15 : Variation de la température en fonction du temps au cours de la fabrication du beurre	39

Liste des Abréviations

- **ISO** : Organisation internationale de normalisation.
- **FAO**: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation.
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **%** : pourcentage
- **AG** : Acide gras.
- **AA** : Acide aminé.
- **°C** : Degré Celsius.
- **pH** : Potentiel Hydrogène.
- **vit** : Vitamine.
- **GG** : Globules gras
- **AG** : Acide gras
- **Mg** : Matière grasse
- **MGGL** : Membrane du globule gras du lait

Introduction générale

Depuis toujours, il est bien connu que le lait est un produit très riche sur le plan alimentaire, mais également très périssable. L'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb, avec près de 3 milliard de litre par an (**KIRAT, 2007**). Ce produit occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, apportant la plus grande part de protéines d'origine animale. Le lait est ainsi un acteur clé dans l'industrie agroalimentaire en Algérie.

Le lait fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer. Il est par conséquent essentiel à l'ensemble des fonctions du corps (**STEIJNS, 2008**).

Les produits laitiers sont les conséquents de transformations alimentaires obtenues à partir de lait. Quand il y a transformation, le lait majoritairement mis en œuvre est le lait de vache qui est considéré comme un aliment riche en nutriments, il fournit de nombreux éléments nutritifs à teneur relativement faible en énergie et indispensables à la santé tout au long du cycle de vie (**DREWNOWSKI et al., 2020**). L'un des produits laitiers les plus importants c'est le beurre.

Le beurre est un agglomérat des globules gras de la crème de lait entier, obtenu par barattage du lait de vache. Il se présente sous la forme d'un solide de couleur jaunâtre, plus ou moins intense suivant l'alimentation des vaches laitières.

Dur le plan physico-chimique, le beurre est constitué principalement de la matière grasse du lait, à l'état d'émulsion du type eau dans l'huile. Son procédé de fabrication a justement pour effet d'inverser l'émulsion originale du lait ou de la crème où les globules gras sont dispersés dans le sérum.

Le beurre se fabrique à partir de la crème. Jusqu'à l'avènement de l'écrémeuse centrifuge en 1879, on obtenait la crème par écrémage spontané ou naturel, c'est-à-dire par gravité, dans des récipients profonds. A la fin du siècle dernier et au cours des décennies suivantes, l'écrémeuse de ferme se répandit graduellement, si bien que vers 1930. La quasi-totalité du lait destiné à la fabrication du beurre était écrémé à la ferme : la crème étant livrée à la beurrerie et le lait écrémé utilisé sur place dans l'alimentation animale. La réception du lait entier à la beurrerie s'est généralisée au cours de la deuxième guerre mondiale.

L'objectif principal de ce mémoire consiste à la réalisation d'une étude bibliographique sur le beurre, sa structure et ses types.

Chapitre 1 :

Généralités

sur le lait cru

1. Définition :

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes :

« Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle litière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (ALAIS, 1975).

Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (LARPENT, 1997) .

Selon DEFORGES *et al.* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C, ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

Selon ABOUTAYEB (2009), le lait est de couleur blanche, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé à la réfrigération et consommé dans les 24 h (FREDOT, 2006).

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

2. Rappel anatomophysiologique

Le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, comme la vache. Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensables à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (CAROL, 2002).

2.1. Morphologie externe de la mamelle

La mamelle ou « pis » est une glande tégumentaire, d'origine ectodermique et mésodermique, de structure *tubulo-alvéolaire* ramifiée, volumineuse et de forme hémisphérique. Elle est constituée de quatre quartiers indépendants les uns des autres, chacun se termine par un trayon, et sont soutenus par une épaisse membrane : les ligaments

suspenseurs, qui se rejoignent au centre, séparant la mamelle en deux parties, droite et gauche chacune est formée par deux quartiers antérieurs et postérieurs (**SOLTNER, 1993**).

Les quartiers postérieurs sont plus développés et sécrétant 55 à 60 % du lait. Chaque quartier porte un trayon d'une dizaine de centimètre de long, de 2 à 3 cm de calibre, cylindrique ou conoïde (**ROBERT et YVES, 1995**).

L'organisation anatomique de la mamelle entraîne une indépendance physiologique (chaque quartier peut sécréter un lait de composition différente) et pathologique (un seul quartier peut être atteint d'une infection) (**ALAIS, 1984**).

Selon **MARMET (1983)**, le volume et la forme de la mamelle sont très variables selon l'espèce, la race, l'individu, l'âge et la période de lactation, son poids varie de 12 à 30 Kg, et peut contenir plus de 20 Kg de lait.

2.2. Anatomie interne de la mamelle

La structure interne de la mamelle de la vache est comparable à celle des autres espèces de ruminants. Elle est formée par une enveloppe fibroélastique qui comprend l'appareil suspenseur mammaire, est le tissu glandulaire producteur du lait.

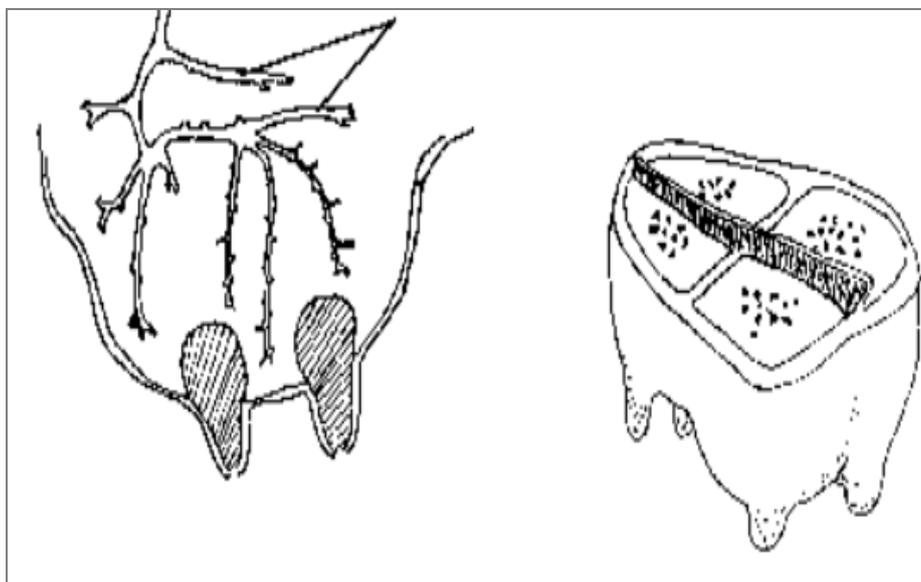


Figure 1 : Vue schématique de la mamelle (PAVAUX, 1992).

La mamelle de la vache est suspendue à la paroi abdominale par la peau, qui a essentiellement un rôle d'emballage, et n'intervient pas ou peu dans le support de la mamelle, et par le tissu elástico-musculaires qui comprend :

- Deux ligaments suspanseurs latéraux entourant la mamelle et séparant les quartiers gauches et droits.
- Un ligament médian ou « matière interstitielle », entourant le tissu glandulaire et séparant les quartiers antérieurs et postérieurs.
- Ce ligament est constitué de fibres élastiques et d'inclusions graisseuses plus ou moins abondantes (CHARRON, 1986).

La partie glandulaire de la mamelle est constituée par un tissu sécrétoire entouré par des capsules de tissu conjonctif et par des organes conducteurs ou canaux. Ce tissu sécrétoire est constitué par une multitude de petite sphères sécrétrices, ou acini appelées encore lobules (100 à 500 μ de diamètre) (MARMET, 1983).

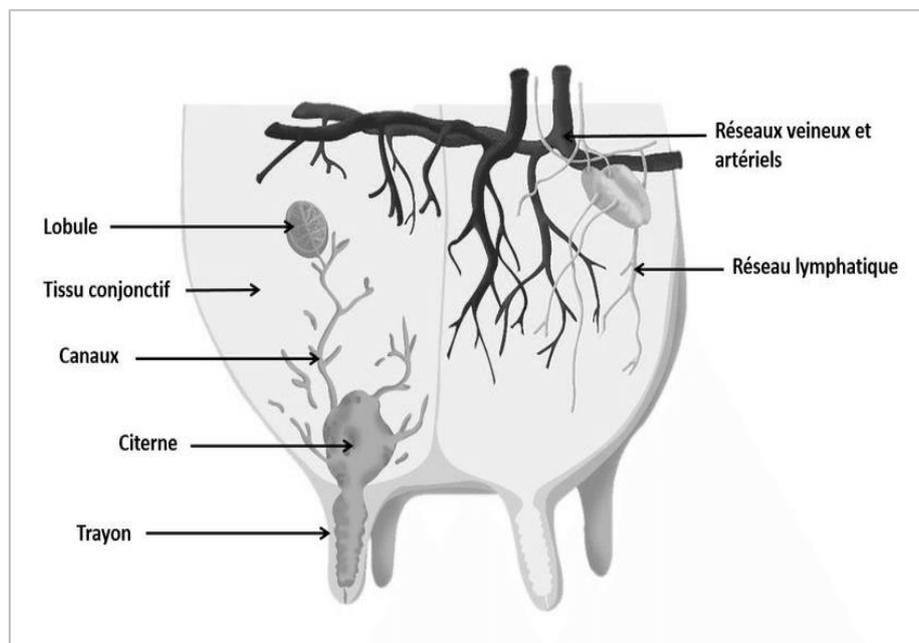


Figure 2 : Anatomie de la mamelle de vache (PAVAUX, 1992).

La paroi des acini est formée par une assise de cellules épithéliales, de forme conique reposant sur une membrane basale.

L'acinus est entouré d'un maillage externe, fait de fins capillaires artériels et veineux, et de fibres musculaires lisses contractiles formant le « panier de Boll » qui en se contractant pressent l'acinus pour évacuer le lait vers les canaux galactophores ou lactifères, de diamètre de plus en plus grand qui aboutissent au sinus galactophore lequel précède le canal du trayon fermé à son extrémité par un sphincter (Voir figure N°2), (SOLTNER, 1993).

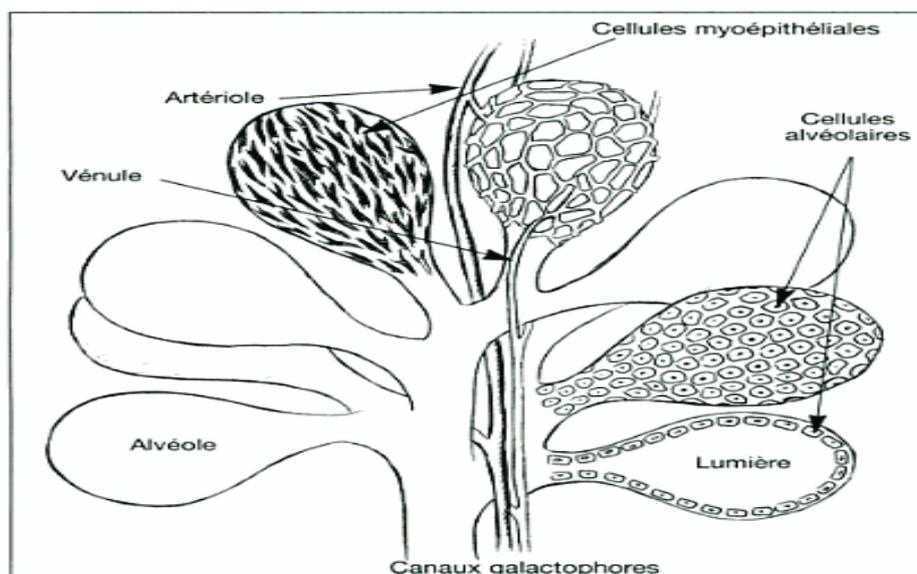


Figure 3 : Organisation d'un groupe d'alvéoles mammaires (SERIEYS, 1997).

L'irrigation sanguine de la mamelle de la vache laitière est assurée par deux artères mammaires profondes, située de chaque côté de la mamelle, et qui donnent naissance après leur passage dans la glande à un important réseau veineux. C'est par le réseau des artères, que le sang apporte aux cellules sécrétrices des acini les éléments nécessaires à la synthèse du lait. On estime à 400 l la quantité du sang qui doit traverser la mamelle pour fabriquer un litre de lait (ALAIS, 1984).

2.3. Bases physiologiques de la sécrétion du lait

L'ensemble des processus qui définit la synthèse et la sécrétion du lait comprend : l'apport des précurseurs spécifiques à la glande mammaire, la synthèse du lait, son stockage et son éjection à l'extérieur.

2.3.1. La synthèse et la sécrétion du lait

L'activation sécrétoire de la mamelle est sous la dépendance d'un complexe hormonal lactogène élaboré par l'antéhypophyse, parmi eux, la prolactine qui est abondamment sécrétée par l'hypophyse et induit la transcription des gènes codant les protéines du lait.

Certaines hormones agissent avant la mise bas, tel que les œstrogènes, qui stimulent la synthèse des caséines et augmentent le nombre des récepteurs de prolactine, et les corticoïdes qui participent au déclenchement de la parturition, et stabilisent les ARN messagers (porteurs des ordres de la synthèse des protéines) (SOLTNER, 1993).

La sécrétion du lait dans les acini s'effectue à partir de divers constituants du plasma sanguin et résulte d'un double processus :

- Une synthèse des principaux constituants spécifiques du lait (lactose, matière grasse, caséine B, lactoglobuline) qui se fait grâce aux substances simples (glucose, glycérol, acides gras, acides aminés) puisés dans le sang.
- Un transfert sélectif des constituants du sang (chlorure, potassium, calcium, sérum albumine) dans le lait à des concentrations différentes (**MATHIEU, 1998**).

a) Synthèse et sécrétion de la matière grasse du lait

La matière grasse du lait est un mélange très complexe, composé principalement de triglycérides (98 %), et secondairement de di-glycérides, de lipides complexes et de substances liposolubles insaponifiables (**DEBRY, 2001**).

Selon **WOLTER (1992)**, la synthèse de la matière grasse du lait se fait selon deux mécanismes :

- La cellulose ingérée par la vache subit dans le rumen une fermentation qui aboutit à la formation d'acide gras en C2, C3 ou C4 (acide acétique, propionique et l'acide butyrique). Ces acides sont ensuite transportés par le sang jusqu'aux mamelles où ils sont activés, additionnés dans les cellules des acini pour donner des acides gras pairs plus ou moins longs de 4 à 16 atomes de carbone.
- Une certaine proportion d'AG long (constitué de 16 ou 18 atomes de carbone) d'origine alimentaire ou synthétisés par le foie et véhiculée par le sang jusqu'à la glande mammaire.

b) Synthèse et sécrétion des protéines du lait :

La synthèse des protéines est un processus complexe qui met en œuvre l'activation de l'expression des gènes, la formation des éléments nécessaires de équipement de transcription, de mise sous forme de micelles, de transport et de sécrétion. La régulation peut s'effectuer tout au long de cet ensemble de processus qui va du gène à la protéine excrétée dans le lait. Ces différents aspects de la synthèse des protéines du lait ont été abordés très en détail dans différentes revues.

La synthèse des protéines se déroule au niveau du réticulum endoplasmique granuleux des lactocytes, à partir des acides aminés libres apportés par le sang. En effet, ces acides aminés sont assemblés en polypeptides dans le réticulum endoplasmique, grâce aux ribosomes ; les polypeptides passent ensuite dans les corps Golgi où ils s'assemblent en protéines. Ils quittent

l'appareil de Golgi dans des vésicules contenant également de l'eau, du lactose et des minéraux, qui se déversent dans la lumière des acini. Les protéines du lait sont présentes sous deux phases différentes : La première phase est une phase micellaire instable, constituée de particules en suspension : ce sont les caséines (α , B, K). La seconde est une phase soluble stable constituée de protéine solubles, ce sont principalement les α lactalbumine et B lactoglobuline (**LARSON et JORGENSEN, 1974**).

c) Synthèse et sécrétion du lactose du lait

L'assemblage final du glucose et du galactose qui constitue le lactose est effectué par un complexe enzymatique formé par l' α -lactalbumine et la galactosyltransférase qui est enchâssé dans la paroi des vésicules Golgiennes ; la synthèse du lactose a lieu dans les lactocytes de la glande mammaire à partir du glucose sanguin. Ce dernier est essentiellement produit dans le foie à partir d'acide propionique issu des fermentations du rumen.

Au niveau des lactocytes, le glucose subit une isomérisation en galactose, pour former le lactose. La condensation fait intervenir une très intéressante enzyme, le lactose synthétase (**EBNER et SCHANBACHER, 1974**).

2.3.2. L'éjection du lait

A mesure que les lactocytes secrètent le lait dans la lumière des alvéoles, une partie s'est accumulée dans la citerne de la glande, donc au moment de la traite, le lait se retrouve à deux niveaux, la fraction située au niveau citernal et des grands canaux galactophores, correspond au lait facile à extraire, par une simple aspiration ou par pression au niveau du trayon. Le lait qui se trouve dans la région alvéolaire et des canaux lobulaires, ne peut quitter ceux ci que sous l'effet de la contraction des fibres musculaires qui entourent les acini.

Le mécanisme qui permet la vidange de la mamelle est un processus complexe mettant en jeu des facteurs nerveux et hormonaux.

Parmi les facteurs interviennent diverses excitations agissantes directement sur la mamelle (tétée), mais aussi, des excitations transmises par les organes des sens (les bruits qui accompagnent habituellement la préparation de la tétée ou la traite) (**KOLB, 1975**).

3. Composition du lait

Le lait de vache est un lait caséineux. Sa composition générale est représentée dans le tableau n°1. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (**ROUDAUT et LEFRANCQ, 2005**).

Selon **FAVIER (1985)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riche en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acide gras à chaîne courte, sont beaucoup en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine D et vitamine E.

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)** sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition moyenne du lait entier (FREDOT, 2006).

Composants	Teneur (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéique	0.17
Matière grasse	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactoses	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8 g

3.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre ; dans laquelle sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (**MATHIEU, 1997**).

3.2. Glucides

L'hydrate de carbone principal du lait est le lactose qu'est synthétisé dans le pis à partir du glucose et du galactose. Malgré que le lactose soit un sucre, il n'a pas une saveur douce. (**BRULE, 1987**).

Le lactose est le constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est en grande partie produite par le foie (**MATHIEU, 1997**). Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Le Lactose est un sucre spécifique du lait (**HODEN et COULON, 1991**).

3.3. Matière grasse

JEANTET et al (2008), rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 μ m et est essentiellement constituée de triglycérides (98%). 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. Elle renferme :

- une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- une teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et palmitique (C16 :0) ;

La figure 4 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau (**BYLUND, 1995**).

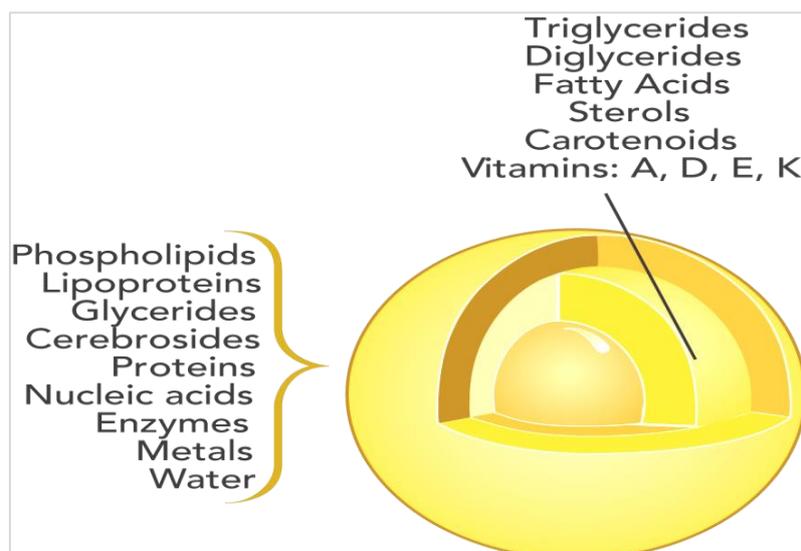


Figure 4 : Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995).

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 :2 et acide linoléique C18 :3) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (JEANTET *et al.*, 2008).

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (STOLL, 2003).

3.4 Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes. Elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (LANKVELD, 1995). L'analyse du lait par minéralisation, appelée méthode Kjeldahl, a prouvé que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines dont la concentration moyenne est de 3,2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait (CAYOT et LORIENT, 1998).

On classe les protéines en deux catégories, selon leur solubilité et stabilité dans l'eau et selon les différentes caséines en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles (**WHITNEY *et al.*, 1976**). Ces dernières varient principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation (**LENOIR, 1985**). Elles précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6. Par ailleurs, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui sont riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane précipitent sous l'action de la chaleur (**WHITNEY *et al.*, 1976**).

3.5. Minéraux

Selon **GAUCHERON (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et le phosphate, les chlorures et les citrates pour les anions (Tableau 2).

Tableau 2 : Composition minérale du lait de vache (**JEANTET *et al.*, 2007**).

Éléments minéraux	Concentration (mg. kg ⁻¹)
Calcium	1043 – 1283
Magnésium	97 – 146
Phosphate inorganique	1805 – 2185
Citrate	1323 – 2079
Sodium	391 – 644
Potassium	1212 – 1681
Chlorure	772 – 1207

3.6. Vitamines

Selon **VIGNOLA (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 3)

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait.

- les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (**JEANTET et coll, 2008**).

Tableau 3 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (**AMIOT et al., 2002**).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+ carotène)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamine hydrosolubles	
Vitamine C (Acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyrioxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothéique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

3.7. Enzymes

POUGHEON (2001), définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile.

4. Facteurs de variation de la composition du lait

Le lait qui arrive à l'usine, constitue une matière première dont la composition n'est pas fixe. Ce caractère rend donc l'utilisation de cette matière première assez difficile, diminue les rendements et modifie les caractères organoleptiques des produits finis.

Deux grands types de variation existent, au stade de l'animal et au stade du traitement du lait. La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs (STOLL, 2003).

Ces principaux facteurs de variation sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire, etc.), soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations (WOLTER, 1988).

4.1. Facteurs liés aux conditions intrinsèques

4.1.1. L'âge

La quantité de lait augmente généralement du premier vêlage au cinquième (VEISSEYRE, 1979). On y observe une diminution du taux butyreux (TB) de 1% et du taux protéique de 0,6% (POUGHEON et GOURSAUD, 2001). Cependant, ces taux diminuent sensiblement et assez vite à partir du septième vêlage (VEISSEYRE, 1979). De ce fait, le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire des mamelles ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (MATHIEU, 1985).

4.1.2. Facteur génétique

Il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et les conditions d'élevage. Généralement, les races les plus laitières présentent un taux plus faible de matières grasses et protéique, qui conduit le choix d'une race produisant un lait de composition élevée ; ainsi il ne faut pas négliger la variabilité génétique intra-race d'un taux élevé qui montre que la sélection peut apporter un progrès (POUGHEON et GOURSAUD, 2001). Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, A et B issus des mutations ponctuelles donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ (κ -Cn) et de la β -lactoglobuline (β -Lg), influencent la composition du lait ainsi que certains critères de productivité des vaches (JAKOB et HÄNNI, 2004).

4.1.3. Niveau de lactation

La teneur du lait en matière grasse et protéique évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elevées en début de lactation (période claustrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation ; après un palier de 15 à 140 jours, les taux croissent plus rapidement dans les trois dernier mois de lactation (CHARRON, 1986).

4.1.4. L'état sanitaire (mammites chez les vaches)

La numération cellulaire dans le lait est indicatrice de la santé de la mamelle (JAUBERT *et al.*, 1993). Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (BADINAND, 1994). Tout problème sanitaire perturbe la composition du lait (parasitisme interne, maladies infectieuses, maladies métaboliques, mais surtout les mammites) (PARADAL, 2012).

Une mammite est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle (Figure 05) due à la présence d'un ou de certains types de microorganismes. Les principaux facteurs entraînant ce genre d'inflammation sont : une mauvaise hygiène lors de la traite, l'utilisation d'un matériel de traite défectueux, les traumatismes et les blessures du pis, les conditions de vie de l'animal, la rétention lacté (MEYER et DENIS, 1999).

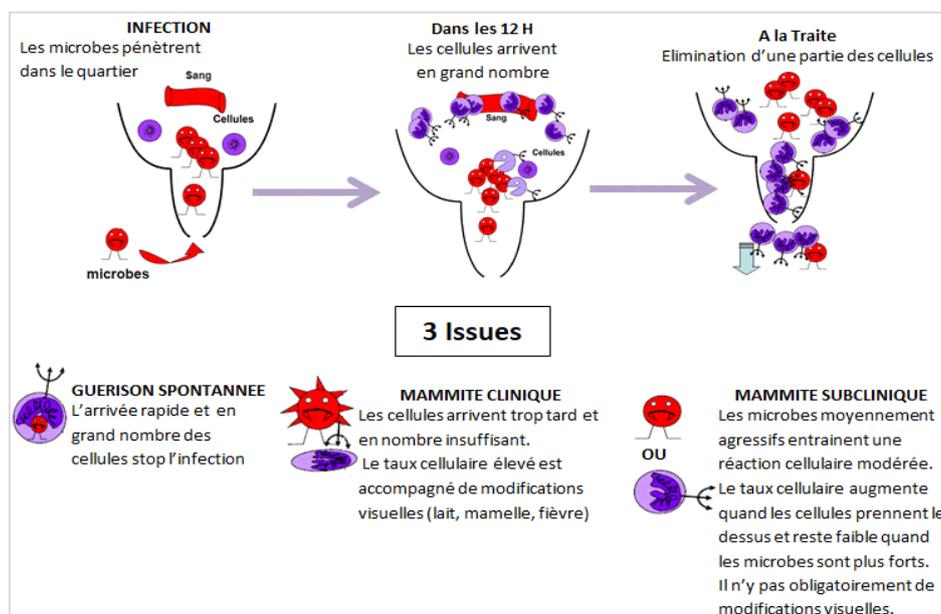


Figure 5 : Mammite d'une vache laitière (MEYER et DENIS, 1999).

4.1.5. Age et nombre de vêlage

VEISSEYRE en 1979, montre que la quantité de lait augmente généralement du 1^{er} vêlage au 5^{ème}, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7^{ème}. Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**MAHIEU, 1985**).

4.2. Facteurs liés aux conditions extrinsèques

4.2.1. Alimentation

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant (**COULON et REMOND, 1991**), elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon **COULON et HODEN** en (1991), le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

4.2.2. Saison et climat

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (**COULON et al., 1991**). A partir des travaux réalisés par **SPIKE et FREEMAN (1967)** cité par **COULON et al., (1991)**, il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les TB et TP du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Chez des vaches de type Pie Noire, ils atteignent 3g/Kg pour le taux butyreux et près de 2g/Kg pour le taux protéique.

4.2.3. Effet de tarissement

Le tarissement autrement dit la période sèche désigne la régression finale de la lactation, qu'elle soit naturelle ou provoquée. C'est la période de repos physiologique allant de l'arrêt de la traite jusqu'au vêlage. Son raccourcissement ou son omission a des effets considérables sur la qualité et la quantité du lait produit. La durée de tarissement doit être d'environ deux mois en dessous de 40 jours. La future lactation est diminuée au-delà 100 jours (**GUETTAR et MORSLI, 2018**).

4.2.4. Effet du mois de vêlage

Selon AURIOL (1995), l'action du mois de vêlage se fait surtout sentir sur la persistance et également sur la durée de lactation. Les vaches vêlant en Octobre à Décembre voient leur production remonter lors de la mise à l'herbe (les lactations sont très persistantes et relativement plus longue), celles qui vêlent en Janvier à Mars n'atteignent qu'assez rarement la production maximale journalière (la persistance ayant diminuée légèrement, ainsi que la durée moyenne des lactations). Quant aux vaches vêlant en Mai/Juin, leur production laitière minimale est caractérisée par un bon départ, une persistance très faible et une durée de lactation également faible.

4.2.5. Effet de la traite

La traite consiste à extraire le lait contenu dans la mamelle. Malgré le rythme soutenu de travail qu'elle impose, sa durée et sa répétition qui peut la rendre pénible pour l'éleveur, elle reste essentielle. Son bon déroulement biquotidien et son efficacité, conditionnent à la fois le maintien de la bonne santé mammaire de la vache, la quantité et la qualité du lait obtenu. Tout doit être mis en œuvre pour la réaliser facilement et du mieux possible, c'est-à-dire dans de bonnes conditions pour le trayeur et les animaux. Les vaches sont traitées deux fois par jour, matin et soir. Une durée de 12 heures est recommandée entre les deux traites (BOKRETAOUI, 2017).

5. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (AMIOT *et al.*, 2002).

5.1. 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 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 à - 0.575°C.

Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'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**).

5.2. Point d'ébullition

D'après **AMIOT et al. (2002)**, on définit le point d'ébullition comme 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.

5.3. Acidité du lait

Selon **JEAN (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 par la fermentation lactique. L'acidité titrable du 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). 1°D = 0.1g d'acide lactique par litre de lait. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage et un lait dont l'acidité est ≥ 70 °D coagule à froid.

5.4. Masse volumique et densité

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 par ρ et s'exprime en Kg.m⁻³ 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 et en moyenne de 1030Kg.m⁻³. 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.

6. Propriétés organoleptiques du lait cru

6.1. Aspect

Le lait est généralement opaque d'un blanc mat, cela est dû à la diffusion de la lumière par les micelles des colloïdes et à la richesse particulière en graisse ce qui lui confère parfois une teinte jaunâtre (**JEAN et ROGER, 1961**).

Selon **VEISSEYERE (1975)**, après la traite, l'invasion des germes producteurs de pigments amène des colorations secondaires qui ne développent qu'au bout de 3 à 4 jours de conservation.

Parmi ces germes on a : *Sarcina aurantica* pour les laits roses. Et pour les laits jaunes on a *Micrococcus lutens*, divers *Xanthomonas* et *Pseudomonas*.

6.2. Saveur

La saveur normale d'un bon lait est agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement due à la présence de matière grasse, la saveur du lait est composé de son goût et odeur (**VIGNOLA, 2002**)

6.3. Odeur

Le lait n'as pas d'odeur propre, il s'en charge facilement au contact de récipients mal odorants, mal lavés. C'est surtout la matière grasse qui réalise fortement ces fixations. Lors de l'acidification du lait, l'odeur devient aigrelette sous l'influence de la formation d'acide lactique (**CHETOUNE, 1982**).

7. Microbiologie du lait cru

Le lait contient un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**GRIPON et al., 1975**).

Les microorganismes, principalement, présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elles, un excellent substrat nutritif. Au cours de leur multiplication dans le lait, elles libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, gaz carbonique, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique (responsable de l'acidification en technologie fromagère), diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant être responsables de pathologie chez l'homme (**INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2009**).

L'importance et la nature des bactéries contaminant le lait dépendent de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages (**AGABRIEL et al., 1995**), mais aussi des conditions hygiéniques observées lors de la traite, de la collecte, de la manutention et de la température de conservation du lait (**ROBINSON, 2002**). Un lait est considéré comme peu contaminé s'il renferme quelques centaines à quelques milliers de germes par millilitre, un lait fortement pollué peut en contenir plusieurs centaines de milliers à plusieurs millions par ml (**RAMET, 1985**).

Dans cette microflore contaminant, les bactéries conditionnent le plus directement la qualité hygiénique ainsi que l'aptitude à la conservation et à la transformation de la matière première (ADDA *et al*, 1982).

7.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (CUQ, 2007).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (VIGNOLA, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles.

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (GUIRAUD, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (VARNAM et SUTHERLAND, 2001). Le tableau 4 regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau 4 : Flore originelle du lait cru (VIGNOLA, 2002).

Microorganismes	Pourcentage (%)
Micrococcus sp.	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	< 10
Gram négatif	< 10

7.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (VIGNOLA, 2002).

Ces contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement : entérobactéries, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, microcoques, corynébactéries, *Bacillus*, etc., par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière.

Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de *Clostridium*, d'entérobactéries coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes : *Salmonella*, *Yersinia*. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait (**LEYRAL et VIERLING, 2007**).

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait, lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : *Streptococcus pyogenes*, *Corynebactérium pyogenes*, staphylocoques, etc. Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : *Salmonella* ; *Brucella*, agent de la fièvre de Malte, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, agent de la listériose ; *Mycobacterium bovis* et *tuberculosis*, agents de la tuberculose ; *Bacillus anthracis*, agent du charbon ; *Coxiella burnetii*, agent de la fièvre Q, et quelques virus.

Hormis les maladies de la mamelle, le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte du lait (seaux à traire, machines à traire) et, enfin, du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (**FAO, 1995**).

8. Hygiène de la traite

Le lait est une denrée fragile dont le devenir industriel (lait en nature, beurre, fromage) dépend de sa qualité. La production d'un lait de qualité n'exige ni des installations coûteuses dans la ferme, ni des transformations ruineuses dans le système commercial et industriel ; il faut surtout un suivi rigoureux et permanent des bonnes pratiques d'hygiène tout le long du circuit de sa production notamment à la traite (**CRAPELET et THIBIER, 1973**).

Chapitre 2 :

Le beurre

1. Définition

Le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait et/ou de produits obtenus partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile et dont la teneur minimale en matière grasse laitière s'élève à 80 %, dont la teneur maximale en eau atteint 16 %, alors que la teneur maximale en extrait sec non gras ne doit pas dépasser 2% (**BOUTONNIER *et al.*, 2002**).

Le beurre est une source naturelle de lipide et de vitamine participant à l'équilibre alimentaire. C'est aussi un produit de la cuisine traditionnelle et de la gastronomie. Il est un élément important de la diversité et de l'équilibre nutritionnelle et à ce titre, un facteur de santé, sa consommation raisonnable permet à l'organisme de bénéficier un ensemble d'acide gras dont les scientifique découvrent peu à peu le grand intérêt (**MENDY, 1982**).

2. Valeur nutritionnelle

Le beurre est un aliment énergétique constitué principalement de glycérides (tableau 5). Il est solide à la température ambiante (**CHARLES et GUYL, 1997**).

Tableau 5 : Composition moyenne pour 100 g de beurre (**APFELBAUM *et al.*, 2009**).

Composants	Valeurs
Energie	3155 K joules, 755 Calories
Lipides	83 g dont :
Acide gras saturés	52.6 g
Acides mono-insaturés	23.5 g
Acide gras polyinsaturés	2 g
Protéines	1 g
Glucides	1 g
Eau	15g
Cholestérol	250 mg
Vitamine A	900 µg à 1 mg
Vitamine D ₂	5 µg

3. Qualité du beurre

Le beurre doit répondre à des normes de composition et d'hygiène qu'on peut les vérifier à l'aide d'analyses appropriées. Les épreuves les plus courantes se rapportent aux teneurs en matière grasse « minimum 80% », en eau et en sel. De son côté, le dénombrement des levures et moisissures donne des informations sur les conditions hygiénique de la fabrication : leur présence est un indice de recontamination après la pasteurisation de la crème.

Le beurre est soumis à des normes de qualité sensorielle évaluée d'une échelle de pointage à la suite de l'examen de la saveur, la texture, l'incorporation de l'eau, de la dissolution du sel et l'emballage (VIGNOLA, 2010).

- **Qualité organoleptique**

Selon la saison, le goût, la texture et la couleur du beurre, les caractéristiques organoleptiques changent. Un beurre de printemps fait avec du lait de vaches nourries à l'herbe, aura plus d'arôme et une texture plus tartinable. En effet, la race de vache et le fourrage influent sur la composition en acides gras. C'est ainsi que les beurres fabriqués avec du lait produit par des vaches nourries à l'herbe, contiennent une plus grande proportion d'acides gras non saturés (notamment l'acide oléique), qui jouent un rôle important du point de vue diététique. De même, un beurre de printemps sera jaune pâle tandis qu'un beurre d'hiver sera blanc. Aussi, la texture du beurre se fait en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide (COSSUT *et al.*, 2002) .

4. Couleur

Suivant l'alimentation des vaches, le beurre est plus ou moins coloré on jaune par des pigments caroténoïdes provenant des fourrages. En Normandie, le beurre est toujours très jaune avec, un maximum de coloration au printemps ; alors que dans l'été, il est beaucoup plus claire voire presque blanc. Les industriels utilisent des colorants naturels, les seuls autorisés par les législation, et en particulier le rocou, extrait de la pulpe d'un arbuste d'Amérique du Sud (JEAN, 1990).

5. Consistance

Le beurre est sensible à la température, il passe rapidement de l'état solide, lorsque entreposé dans une ambiance fraîche, à l'état huileux dès le début de toute cuisson. Du sel y est ajouté parfois dans certaines régions pour accroître sa conservation.

Les consommateurs attachant une grande importance à l'état du beurre à température ordinaire : trop dur, il tend à s'émietter et se tartine mal ; trop mou, il s'affaisse et devient

liquide. De même, certains beurres présentent des défauts de structure : beurre sableux, qui contient des particules de matière grasse solidifiées qui crissent sous la langue, beurre collant au couteau, beurre huileux, etc (**JEAN, 1990**).

6. Goût

Plus que le gout proprement dit, on apprécie dans un produit à la fois son gout et son odeur, qui constituent la flaveur du beurre qui est liée à toute une série de composés, parmi lesquels le diacétyle qui est reconnu comme le plus important ; cette substance donne effet au beurre son goût de noisette si apprécié. L'optimum de teneur en diacétyle se situe autour de 1,5 à 2 p.p.m.

Différents défauts de fabrication ou de conservation peuvent altérer le gout de beurre : rancissement, goût acide, goût de fromage, de moisi, de brulé, etc. (**COSSUT *et al.*, 2002**).

Chapitre 3 :

Structure du beurre

Structure du beurre

Le beurre se décrit comme une émulsion d'eau dans de la MG (figure 6). Il contient environ 80 à 84 % de MG, de 14 à 16 % d'eau et moins de 2 % de matières non grasses. La phase grasse est constituée d'un grand nombre de GG intacts intégrés à un ciment de MG liquide. Au sein des GG et du ciment de MG liquide, on trouve des cristaux de MG solide. L'arrangement et le réseau que les cristaux de MG sont responsables de la fermeté du beurre. Enfin, on trouve également une part non négligeable d'eau dispersée sous forme de petites gouttelettes (1 – 25 μm) et intégrée dans la MG (au niveau des membranes des GG), et des bulles d'air (> 20 μm) (WALSTRA *et al.*, 1999).

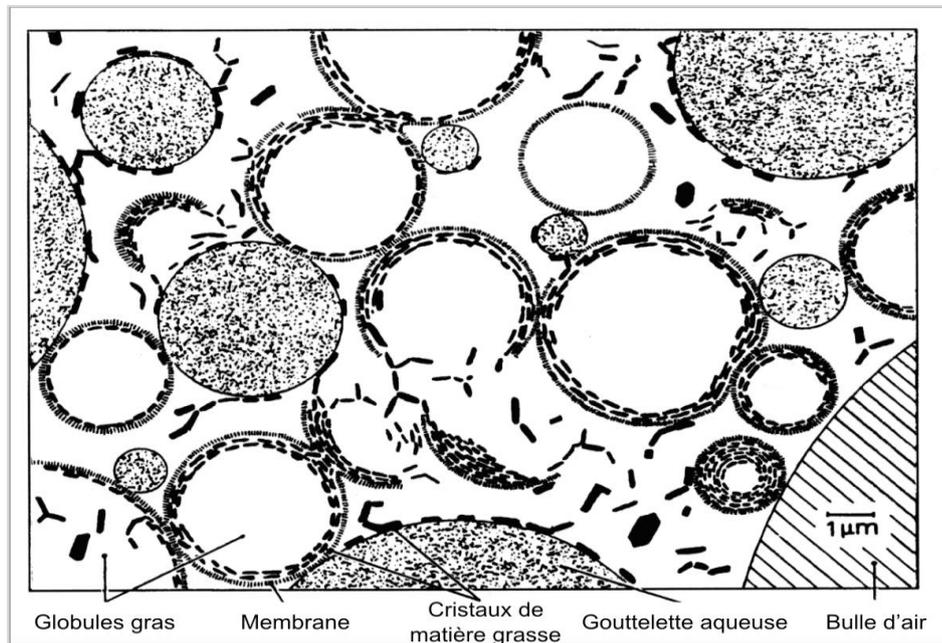


Figure 6 : *Microstructure du beurre* (WALSTRA *et al.*, 1999).

Le beurre représente une émulsion compliquée du type : « globules de matière grasse et gouttelettes de plasma dans la matière grasse libre » (KING, 1930); La matière grasse existe donc dans le beurre sous deux formes différentes, comme globules de matière grasse ou matière grasse globulaire et comme matière grasse libre. Une partie de la matière grasse sous ces deux formes est à l'état cristallisé et 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 (WODE, 1933; SAMUELSSON, 1937). L'incorporation d'air dans le beurre forme des crevasses internes et peut à un certain degré contribuer à la consistance du beurre (KING, 1953). D'après MULDER (1941), la phase grasse continue est persée par un système de réseau d'interfaces aqueuses très minces, le beurre ayant ainsi deux phases continues. Le

diamètre moyen des globules de matière grasse dans le beurre est d'environ 3,5 à 4 μ . 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. Ce ne sont que des globules occasionnels qui contiennent de petites aiguilles de matière grasse. Il y a environ 18 à 28% de matière grasse globulaire dans le beurre ordinaire (**MOHR et BAUR, 1949**). La matière grasse libre ne contient ordinairement pas de cristaux de matière grasse visibles microscopiquement. Le beurre ayant le défaut dénommé « farineux » possède une certaine quantité de cristaux dans la matière grasse libre. Les gouttelettes de la phase aqueuse ont un diamètre d'environ 1 à 30 μ et on peut même trouver quelques gouttes plus grandes. Les gouttelettes sont généralement sphériques; elles ne contiennent pas de globules de matière grasse, même pas de petits, et n'ont jamais de couche biréfringente.

Le principal critère d'appréciation de la qualité fonctionnelle du beurre est la tartinabilité. Elle dépend de la structure du beurre : l'état de cristallisation de la MG lié à la composition en AG (rapport entre MG solide et MG liquide, et l'organisation et la stabilité de la MG cristallisée) et l'humidité sont les principaux facteurs à prendre en compte (**POINTURIER et al., 1989**). Les rendements beurriers et la texture du beurre dépendent de l'état de cristallisation de la MG (rapport MG solide/MG liquide) et de la microstructure du beurre.

Le globule gras (figure 7) 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, plus mous, est plus grande 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 (tableau 6) (**PAUL, 2010**). Le diamètre moyen des globules de la matière grasse dans le beurre est d'environ 3,5 à 4,0 μ 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 μ m. Elles sont généralement sphériques, ne contiennent pas de globules de matière grasse, et n'ont jamais de couche biréfringente (**WALSTRA et al., 1999**).

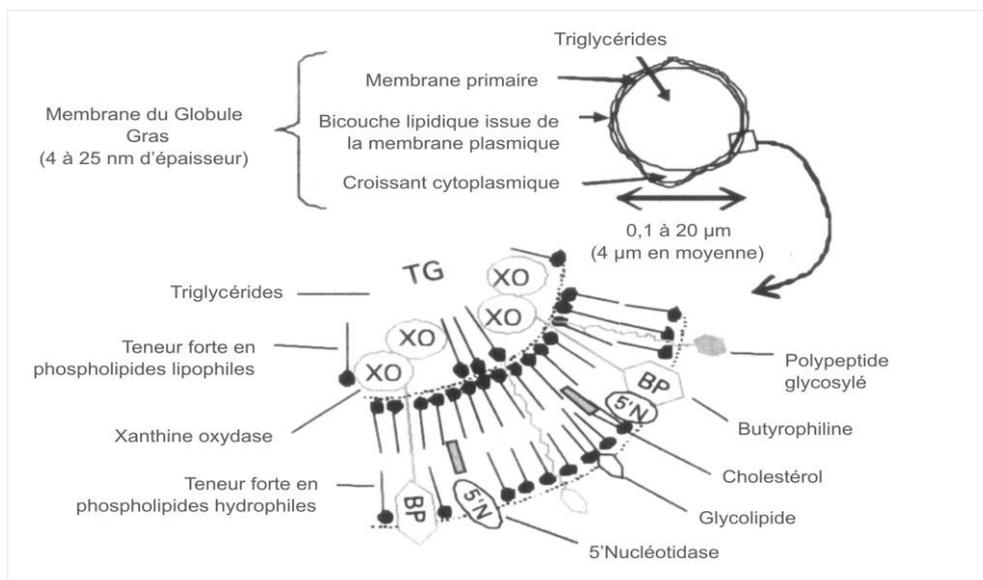


Figure 7 : Schématisation de la structure de la membrane du globule gras (MICHALSKI ,2007).

Tableau 6 : Éléments structuraux du beurre (WALSTRA *et al.*, 1999).

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

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

Chapitre 4 :

Procédé de fabrication

et différents types du beurre

1. Procédé de fabrication

Les étapes clés du procédé de fabrication sont la maturation physique de la crème, le malaxage des grains de beurre et la conservation à 4°C. Plus les GG sont petits et plus la cristallisation se fait sous forme de cristaux petits et instables, ce qui permettrait d'expliquer en partie pourquoi la pression nécessaire à l'éclatement des GG augmente quand leur taille diminue. Ainsi, plus les GG sont petits, plus les temps de barattage sont rallongés et plus les pertes de MG dans le babeurre sont augmentées **POINTURIER et ADDA (1969), WALSTRA et HILLBRICK et AUGUSTIN (2003)**. Cet aspect de la modification de la cristallisation due à la taille des GG peut être compensé en partie par les cycles de température appliqués à la crème pendant la maturation (**POINTURIER et ADDA, 1969**).

Le malaxage permet de terminer l'inversion de phase en répartissant de manière homogène la phase aqueuse dans la MG libérée. Les forces appliquées lors du malaxage sont responsables d'une fusion d'une partie de la MG cristallisée. Un des objectifs du malaxage est l'éclatement d'une partie des GG intacts dans les grains de beurre (**WALSTRA et al., 1999**).

Les beurres riches en petits GG ont tendance à avoir un plus grand nombre de GG intacts que le malaxage n'arrive pas forcément à réduire. Ces beurres, comparativement aux beurres riches en gros GG, sont plus humides. Ils sont alors plus tartinables (**MICHALSKI et PARMENTIER, 2003**). Après malaxage, le beurre est emballé et stocké en chambre froide. Ce stockage permet un réarrangement des structures cristallines. La descente à la température de stockage et son maintien pendant plusieurs jours sont responsables de la mise en place de structures cristallines plus stables (**LOPEZ et al., 2002**).

Les beurres riches en petits GG regagnent en dureté et ont une structure plus homogène. Cependant, ces beurres ont tendance à fondre sur une plage de températures plus restreinte (**WALSTRA et al., 1999**).

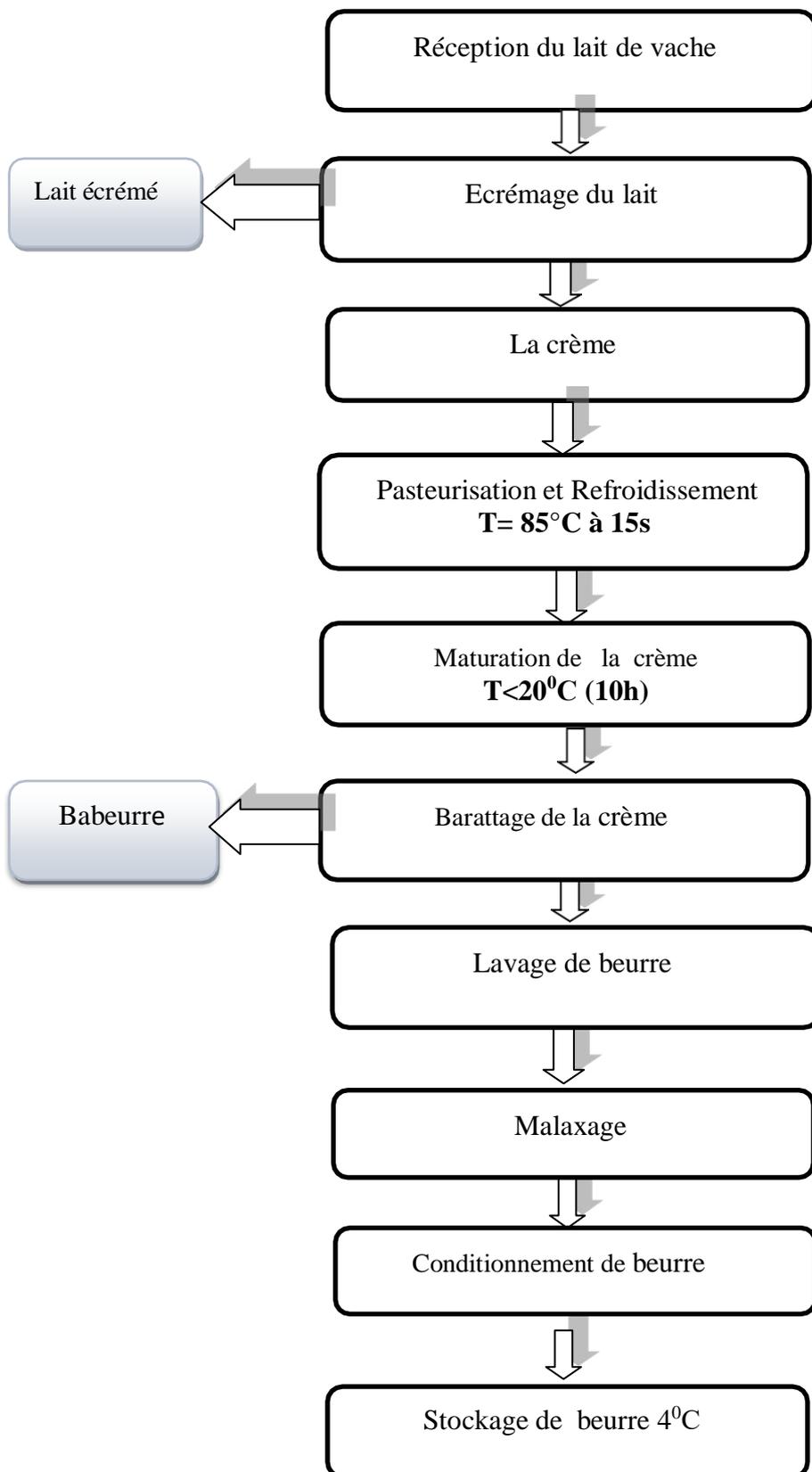


Figure 8 : Schéma de fabrication de beurre (ANGERS, 2010).

1.1. Réception du lait

Le lait de vache est collecté chaque jour dans les fermes pour être amené à l'usine. Il est transporté par des camions de ramassage (camions citernes) de capacités différentes (1100 à 20 000 litres) ou dans des bidons en inox. Dès l'arrivée du camion, des prélèvements sont effectués pour réaliser des tests permettant de s'assurer de la bonne qualité du lait avant sa transformation. On recherche par exemple la trace d'antibiotiques qui auraient été administrés aux vaches. Le lait est ensuite refroidit et stocké dans des cuves avant son utilisation. Il subit une filtration grossière afin d'éliminer les différents impuretés macroscopiques qui peuvent se déposer sur les parois des échangeurs, ensuite il y a un comptage individuel et globale de lait par un débitmètre, enfin il est transvasé et pré stocké dans des tanks en inox qui peuvent contenir de 5000 L à 19000 L (HASSAINYA, 2006).

1.2. Ecrémage

La production des crèmes pose plus de problème que celle de lait. Il faut manipuler les crèmes avec précaution au cours du procédé en aval et en amont de façon à d'éviter d'endommager la membrane qui protège le globule gras, et aussi à empêcher d'y incorporer de l'air, car ces facteurs influencent la fouettabilité et la stabilité des produits fabriqués. (VIGNOLA, 2002).

1.2.1. Ecrémage spontané ou crémage:

La séparation des globules gras dans le lait est un processus naturel : d'une part, les gouttelettes lipidiques ont une masse volumique inférieure à celle du lait écrémé (920 kg/m pour la phase grasse contre 1034 kg/m³ pour la phase aqueuse) et ont la taille la plus importante de tous les éléments dispersés dans le lait ; d'autre part, dans le lait au repos, l'accélération gravitaire permet de faire en sorte que la phase lourde sédimente tandis que la phase légère remonte en surface (phénomène de crémage).

On attribue ce phénomène à l'instabilité de la matière grasse qui peut présenter des problèmes d'agrégation et de coalescence (MAHOUT, 2008).

1.2.2. Ecrémage centrifuge:

On accélère considérablement la séparation, en soumettant le lait à une centrifugation (MAHAUT, 2008).

➤ Le principe de l'écémage:

L'écémage du lait est réalisé dans les écémuses centrifuges et hermétiques. Elles sont constituées :

- D'un bol cylindrique dans lequel est introduit sous pression le lait à écemer.
- D'un ensemble de plateaux ou assiettes distants de 2mm et inclinées à 45° qui séparent le lait en couche mince. Ces plateaux présentent des trous qui forment des conduits verticaux dans lesquels chemine le lait. Le lait écémé et la crème sont évacués séparément en haut du bol (JEANTET *et al.*, 2008).

Le fonctionnement d'une écémuse centrifugeuse est résumé dans la figure 9.

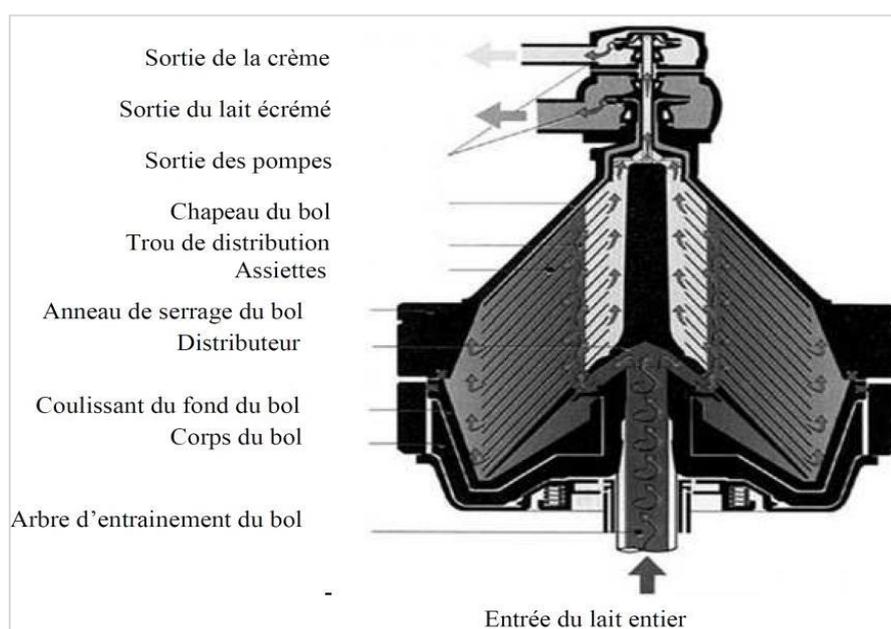


Figure 9 : Illustration en coupe d'un séparateur centrifuge à bol vertical (PAUL, 2002)

1.3. La crème

La crème est le produit laitier plus au moins riche en matière grasse séparée du lait, qui se présente sous la forme d'une émulsion du type graisse dans le lait écémé. On peut ajouter la composition du produit fini par l'adjonction de lait ou lait écémé (LUQUET, 2005).

La crème est produite en concentrant la matière grasse du lait par centrifugation. Tout dépend les paramètres de la séparation, tels que la température, la vitesse de centrifugation et le réglage du débit, la crème peut avoir un contenu lipidique allant de 30 à 60 % (BYLUND, 1995), dont 20g d'acide gras saturés, 9g d'acide gras mono insaturés, 1g d'acide gras poly insaturés pour 100g (APFELBAUM *et al.*, 2004).

La composition moyenne de la crème fraîche à 30% de la matière grasse est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 7 : La composition moyenne de la crème fraîche à 30 % de MG (MAHAUT *et al.*, 2000).

Matière grasse	30%
Lactose	3,1%
Protéines	2,3%
Minéraux	0,5%
Calcium	90 mg/100g
Eau	59%

Dans la fabrication du beurre en discontinu, la crème est standardisée à 35 à 40 % de matière grasse, alors que dans le procédé en continu, la teneur en matière grasse de la crème est plutôt située entre 40 et 45 % (MAHAUT *et al.*, 2000).

➤ Le lait écrémé

Le lait écrémé doit être pasteurisé, quel que soit l'usage auquel on le destine, à cause de la facilité avec laquelle il s'altère, cette opération est surtout indispensable dans les laiteries importantes où la quantité du lait écrémé augmente chaque jour (ALBERT, 2015).

1.4. Pasteurisation de la crème :

La pasteurisation de la crème est essentielle à la destruction de micro-organismes pathogènes et à l'inactivation d'enzymes (lipases, protéases). L'intensité du traitement thermique varie de 85 à 110°C pendant 15 à 20 secondes. Quelques fois, la crème peut subir une désaération sous vide. Cette étape permet d'enlever les gaz dissous et les substances volatiles responsables de mauvaises odeurs et saveurs. (MAHAUT *et al.*, 2008).

Elle est effectuée de 90-95° C (crèmes de bonne qualité) à 105-110° C (crèmes de mauvaise qualité) pendant 15 à 20 secondes afin de détruire les enzymes thermorésistantes (lipases, oxydoréductases). La pasteurisation de la crème entraîne :

- Une agglomération des globules gras de faible diamètre diminuant le temps de barattage. A l'extrême, si le traitement est trop intense, il peut y avoir éclatement des globules gras, entraînant des pertes de matière grasse non négligeables dans le babeurre.
- Démasquage des groupements sulfhydrile actifs des protéines sérique « pouvoir antioxydant »
- La formation de mercaptan, sulfure de diméthyle, ou d'hydrogène sulfuré pouvant être à l'origine de mauvaises odeurs.
- Transformation des acides gras en acides β -cétonique et méthyle-cétonique.
- Transformation de l'acide lactique en acide β -hydroxy butyrique puis en lactone.
- La fixation du cuivre sur la membrane de globule gras favorisant les phénomènes d'oxydation de la MG au cours du barattage et de conservation ultérieure du beurre (JEANTET *et al.*, 2008).

➤ **Dégazage**

Il est très largement utilisé et effectué sous vide partiel dans le but d'entraîner :

- Une élimination de mauvais gout.
- Une diminution de l'acidité par élimination du CO₂ et d'acide organique volatils.
- Une légère perte d'eau par évaporation.

1.5. Refroidissement

La matière grasse liquéfiée sous l'effet de la chaleur se cristallise de façon variable selon le mode de refroidissement. Le refroidissement rapide de la crème favorise la formation de nombreux petits cristaux, alors qu'avec un refroidissement lent, il se produit de gros cristaux, moins nombreux.

Plus le refroidissement est énergique, plus la phase solide augmente. Laissant moins de matière grasse libre ou liquide dans les globules gras. Au contraire, un refroidissement lent et graduel de la crème laisse une plus grande quantité de matière grasse liquide à l'intérieur des globules, ce qui donne un beurre de texture molle, et plus de perte de gras dans le babeurre (ANGRES, 2002). Le programme de refroidissement de la crème pasteurisée a donc une grande importance, puisqu'en influant sur le mode de cristallisation du gras, il permet de contrôler la texture et la consistance du beurre.

1.6 Maturation

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

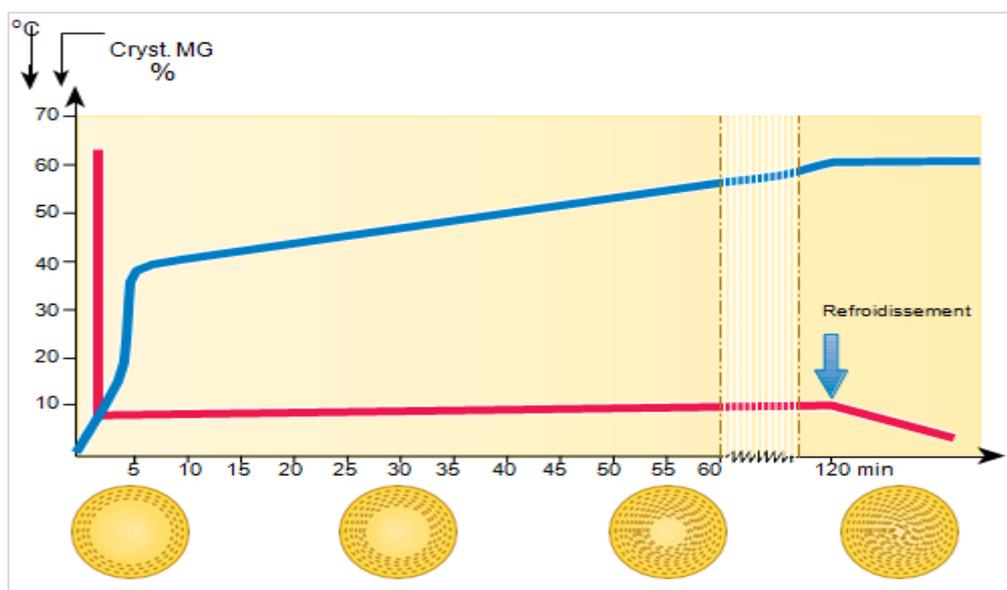


Figure 10 : Processus de cristallisation de la crème (TITRA, 2003).

1.6.1. Maturation physique

Les propriétés rhéologiques des beurres dépendent fortement des propriétés thermiques et structurales des triglycérides constituant la matière grasse. Par un contrôle rigoureux du cycle thermique, la maturation physique de la crème permet de corriger la variabilité de composition et de propriété physique (tartinabilité) tant saisonnière que régionale de la MG et d'obtenir des beurres de même texture toute l'année. La maturation physique permet d'obtenir des globules gras dont la membrane est fragilisée par la présence de couches cristallines périphériques. Les rapports de matière grasse solide et matière grasse liquide permettant de réaliser une bonne inversion de phase et d'obtenir une texture désirée. La tartinabilité des beurres dépend également de la taille de cristaux ; voir (tableau 8) et (figure 11) (MAHAUT *et al.*, 2000).

Tableau 8 : Texture du beurre en fonction des rapports entre MG liquide et MG solide.
(BOUTONNIER et DUNANT, 1990).

	MG liquide	MG solide
Beurre mou	85%	15%
Beurre solide	55%	45%
Beurre avec bonne tartinabilité	65 à 78%	22 à 35%

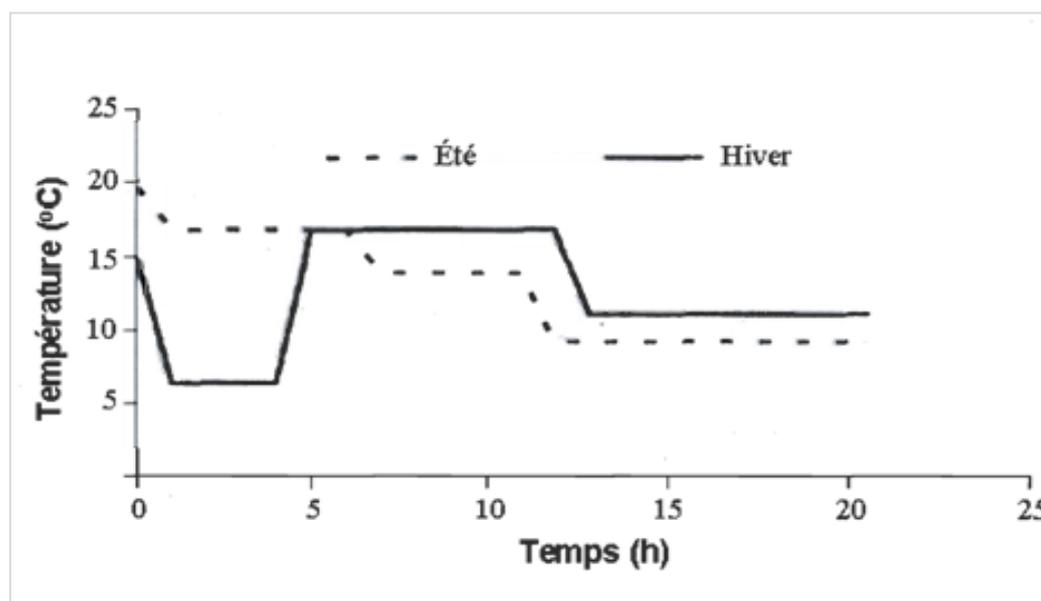


Figure 11 : Courbes typiques de température-temps pour la maturation physique de la crème dans la fabrication du beurre. (MAHAUT *et al.*, 2000).

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

Le taux optimal de MG solide permettant de réaliser l'inversion de phase se situe autour de 30 à 40% de la MG totale. Un taux plus élevé provoque un barattage trop rapide et des pertes de MG importante dans le babeurre. Par contre, un taux trop faible retarde l'inversion de la phase (BOUTONNIER, 2007).

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

a) La température de refroidissement

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

b) La vitesse de refroidissement

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

1.6.2. Maturation biologique

C'est la méthode traditionnelle, directement dérivée de la fabrication fermière à partir de la crème crue. Elle a 3 buts :

- Développer certains arômes caractéristiques du beurre.
- Abaisser le pH pour assurer une protection biologique (20-40°C ; 4,7 < pH).
- Favoriser l'inversion de phase et la coalescence des globules gras par réduction de leur potentiel de surface au faible pH.

L'ensemencement de la crème à 3,5% de bactéries lactiques peut se faire à deux niveaux :

- Ensemencement dès le début de la maturation physique permettant d'atteindre des pH de 4,7 à 4,8.
- Ensemencement après cristallisation modérée.

Pour l'obtention de beurres d'appellation d'origine contrôlée (obligation d'une durée minimale de 12 heures entre 9°C et 15°C). Elle consiste à ensemencer la crème avec une préparation de bactéries lactiques à la dose massique de 3 à 5% et à laisser se développer celles-ci pendant une dizaine d'heures afin de développer deux types de fermentations : lactique et aromatique.

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

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

1.7. Barattage de la crème

La fabrication du beurre nécessite deux opérations distinctes, l'inversion de l'émulsion de la crème, puis l'expulsion de babeurre. La déstabilisation de la crème est obtenue par barattage mécanique. Lors du barattage, plusieurs phénomènes surviennent. Tout d'abord, l'agitation vigoureuse de la crème incorpore des bulles d'air. La formation d'une mousse instable est alors créée et peut atteindre jusqu'au double de son volume. Certaines protéines, telles que la β Lactoglobuline, l' α Lactalbumine- et la β -caséine, contenues dans le sérum de la crème, forment un film inter facial autour des bulles d'air (**ANDERSON et BROOKER, 1975**). La poursuite du barattage, par les forces mécaniques, disloque la membrane du globule gras et libère la matière grasse. Puisque la membrane a une tension interfaciale inférieure à celle de protéines du sérum, les fragments de la MGGL déplacent, par conséquent, les protéines du sérum à l'interface air/sérum (**FREDE, 2002**). Finalement, la mousse se déstabilise, la matière grasse s'agglomère et une inversion de phase survient subitement. Il en résulte donc une masse de beurre et une phase aqueuse, le babeurre. Le babeurre contient la majorité des composés hydrophiles, soit les fragments de la MGGL, les protéines du sérum, le lactose et les minéraux. Une partie de l'eau et des fragments de la MGGL est toutefois retenue dans le beurre sous forme de fines gouttelettes.

Finalement, le beurre est malaxé dans le but de disperser les gouttelettes d'eau dans la masse de beurre et de souder les grains de beurre de façon homogène. Tous les phénomènes expliqués ci-haut s'appliquent à la fabrication du beurre en discontinu (**MAHAUT et al., 2008**). La figure 12 schématise les étapes de la formation du beurre.

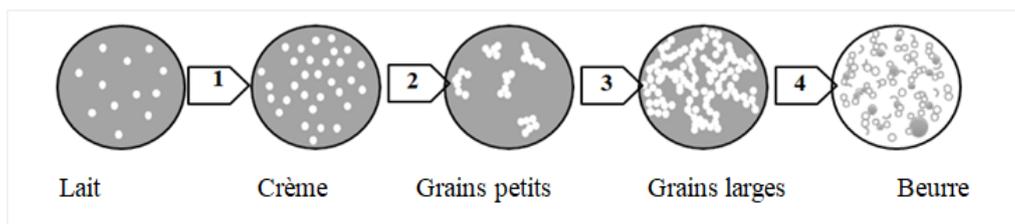


Figure 12 : Les étapes dans la formation du beurre. Les sections blanches représentent la matière grasse et les sections noires représentent le sérum (MULDER et WALSTRA, 1974).

Industriellement, le beurre est principalement fabriqué en continu selon le procédé de Fritz (figure 13). Les barattes de type Fritz se composent de trois sections principales: une section de barattage, une section de séparation et une section de malaxage. La section de barattage est constituée d'un cylindre réfrigéré et d'un batteur, d'une vitesse de rotation allant de 1000 à 3000 r/min, dans laquelle la crème y rentre (1). L'inversion de phase survient en quelques secondes et le babeurre, ainsi que les granules produites, tombent ensuite dans la section de séparation (2). Dans cette section, le grossissement des granules de beurre est favorisé et le beurre est convoyé à l'aide d'une vis sans fin. Le babeurre, quant à lui, est récolté au bas du plan incliné. Au bout de la vis sans fin se trouvent un conduit conique et une plaque perforée qui permet d'enlever le babeurre résiduel (3). Les grains de beurre chutent ensuite dans la section de malaxage (4), dans laquelle deux vis hélicoïdales tournent en sens inverse l'une à l'autre et malaxent le beurre pour lui donner la texture désirée. En atteignant la section d'injection (5), un injecteur haute pression peut ajouter du sel, généralement en saumure.

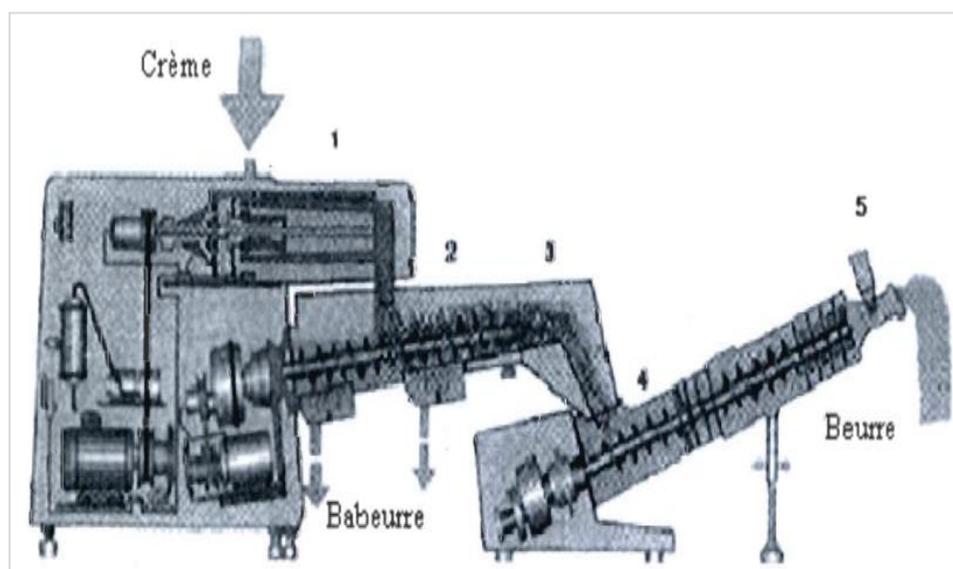


Figure 13 : Baratte à beurre en continu (BYLUND, 1995).

1.7.1. Type de barattes :

Les beurres consistent en de grands contenants en acier inoxydable ayant une surface intérieure rugueuse. Elles prennent des formes géométriques variées et tournent autour d'un axe horizontal. Leur conception facilite à la fois le barattage de la crème et le malaxage du beurre. Toutes les barrettes modernes sont équipées d'un dispositif qui permet de choisir la vitesse de rotation afin d'assurer un malaxage parfait avec une répartition régulière des minuscules gouttelettes d'eau et du babeurre dans le beurre.

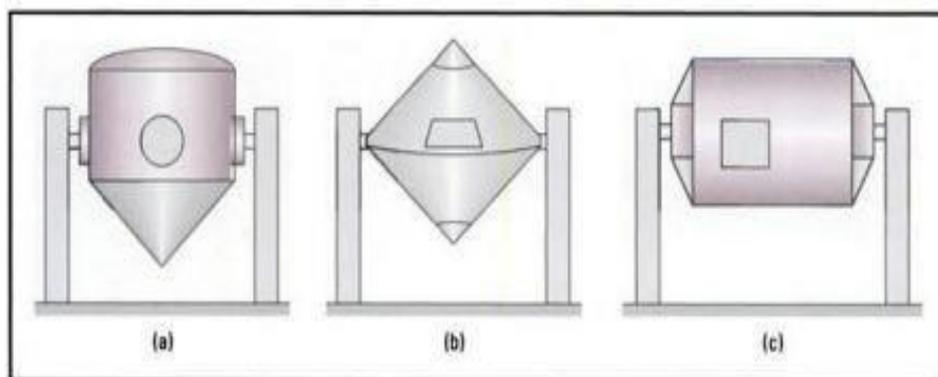


Figure 14 : Type de baratte : (a) conique ; (b) biconique ; (c) cylindrique (VIGNOLA, 2010).

1.7.2. Température de barattage

Comme pour la maturation physique, la température de barattage sera plus élevée en hiver qu'en été étant donné que les crèmes d'hiver sont plus riches en triglycérides à haut point de fusion ; la température de barattage diminue avec l'augmentation de la teneur en matière grasse dans la crème (MAHAUT, 2008).

Dans la fabrication du beurre de crème douce, la température de barattage varie selon la fermeté de la matière grasse, la dimension des globules gras, l'acidité, la richesse et la viscosité de la crème. Pour obtenir un beurre de consistance et de texture satisfaisante, prévenir des pertes excessives du gras dans le babeurre et permettre une bonne conservation du produit fini, il faut choisir une température qui permette une durée de barattage de 40 à 60 minutes. Au printemps et en été, cette température est en moyenne de 7 à 10°C ; en automne et en hiver, elle peut se situer entre 10 à 13 °C (PAUL, 2002).

La figure 15 résume la variation de la température en fonction du temps au cours de la fabrication du beurre.

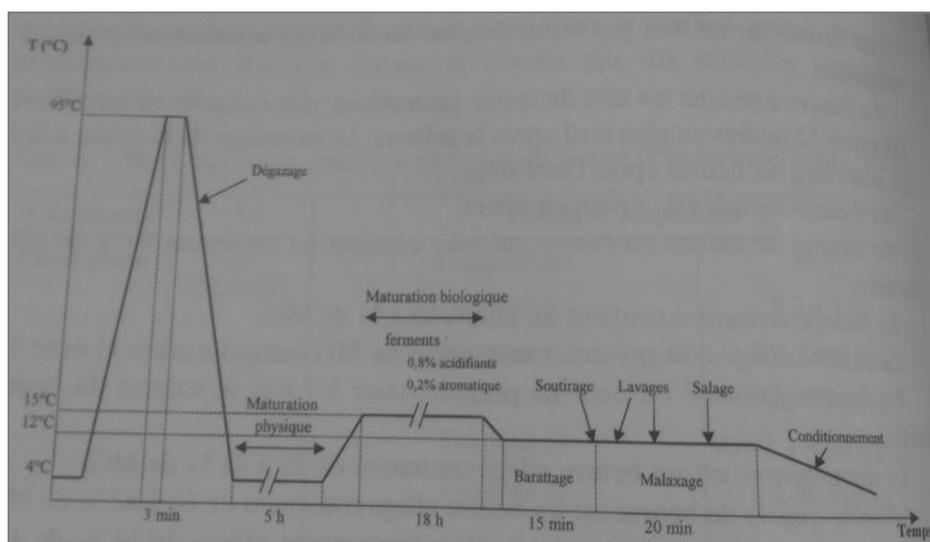


Figure 15 : Variation de la température en fonction du temps au cours de la fabrication du beurre (MAHAUT, 2008).

1.8. Lavage du beurre

Il permet de refroidir, resserrer le grain, diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien (MAHAUT, 2008).

Des lavages du beurre sont effectués avec de l'eau froide pour enlever tous les composés du sérum du lait.

Il a donc été proposé que les protéines de lactosérum puissent interagir fortement avec la MGGL du lait (MORIN *et al.*, 2007).

Durant le processus de lavage, des pertes de 4 % de phospholipides, 16 % de protéines (ANDERSON et BROOKER, 1975).

Dans une beurrerie, le babeurre présente la source essentielle de la pollution. La quantité de matière organique rejeté peut être variable suivant l'opérateur, la pollution sera faible si la grande partie du babeurre est récupérée. Il est de l'intérêt de l'industriel d'éviter au maximum son rejet avec les eaux usées (BURGAUD, 1969).

1.9. Malaxage

Le malaxage est le traitement visant à disperser uniformément l'air, l'eau, le sel dans la masse butyrique et de souder les grains de beurre de façon homogène.

Le malaxage permet la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes au sein de la matière grasse. C'est un facteur important de conservation du beurre, dans la mesure où les germes ne se développent que dans la phase

aqueuse. Il a par ailleurs une influence sur son évolution chimique, car il augmente la surface de contact entre la matière grasse et la phase non gras (MAHAUT, 2008).

1.10. Conditionnement

Il est variable :

- Micro formats pour la restauration individuelle ou collective.
- En plaquettes, barquettes ou rouleaux (70% en plaquettes de 250g pour la consommation familiale).
- Grands formats destinés aux industries agroalimentaires.

Les matériaux utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés, ils doivent présenter une bonne étanchéité, une protection contre la lumière, l'oxygène et les odeurs de l'environnement (MAHAUT, 2008).

1.11. Le stockage du beurre

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

Le froid est un bon agent de stabilisation des produits alimentaires; de plus, la température contrôle la vitesse d'apparition des propriétés physiques (aspect, couleur, texture) et organoleptiques (goût, flaveur). Le recours obligé au froid s'effectue soit, en restant à température positive, c'est la réfrigération, soit en passant dans la zone franchement négative, c'est la congélation (BOUTONNIER, 2007).

2. Types du beurre

On distingue différentes variétés de beurre sur la base de leur contenance en sel, la pasteurisation ou non, l'alimentation des vaches, etc. Ces distinctions ne font pas nécessairement l'objet d'appellation officielle ou marchande.

2.1. Le beurre cru

Est caractérisé par un goût de noisette. Il est issu d'une crème n'ayant subi aucun traitement thermique, hormis la réfrigération du lait (4°C) après la traite en vue de sa conservation. Sa date limite de consommation (DLC) est de 21 jours (COSSUT *et al.*, 2002).

2.2. Beurre extra fin

Il doit être fabriqué 72 heures au plus tard du lait ou de la crème. La pasteurisation et le barattage de la crème doivent se faire dans les 48 heures qui suivent l'écémage ; la crème ne devant pas avoir subi de désacidification, ni d'assainissement sauf la pasteurisation, ni avoir été congelée ou surgelée (VIERLING, 2003).

2.3. Beurre fin

Le beurre fin est un produit pasteurisé, la crème étant un mélange de crème pasteurisée et de crème surgelée ou congelée (VIERLING, 2003).

2.4. Beurre concentré

Il existe deux types :

- Beurre concentré destiné à la consommation directe : il est pasteurisé, déshydraté et contient au moins 96% de matières grasses d'origine laitière. Ce produit est commercialisé sous le nom « beurre de cuisine » et est plus stable au cours du stockage car quasiment toute l'eau et la matière non grasse ont été éliminées.
- Beurre concentré destiné à l'industrie : c'est aussi un beurre déshydraté pasteurisé mais qui contient au moins 99,8% de matières grasses d'origine laitière. Il ne doit pas contenir d'additifs neutralisants tels que les antioxydants ou de conservateurs et est commercialisé sous le nom de « beurre pâtissier » (FREDOT, 2005).

2.5. Beurre allégé

C'est un produit émulsionné dont la teneur en matières grasses est comprise entre 41 et 65%. Sa cuisson est rendue possible (FLORENCE, 2009).

2.6. Beurre cuisinier ou beurre de cuisine

Ce beurre déshydraté contient au minimum 96% de matière grasse laitière.

Il existe d'autres types de beurre, différenciés essentiellement par leur goût :

- Beurre salé : sa teneur en sel est comprise entre 3 et 10 % - beurre demi-sel : sa teneur en sel est comprise entre 0,5 et 3 %
- Beurre aromatisé : Il a subi l'adjonction, à chaud ou à froid de divers produits comme épices, herbe aromatique, fromage, ail, persil, fruits, etc.
- Les spécialités laitières à tartiner et à teneur lipidique réduite ou mixte : composée de matière grasse d'origine laitière, leur teneur en matières grasses est comprise entre 20% et 40%, et est obligatoirement spécifiée sur l'emballage (COSSUT *et al*, 2002).

Conclusion

Conclusion

Le lait et les produits laitiers notamment le beurre, reste des produits alimentaires très attractifs de par ses apports nutritionnels et organoleptiques. Ces produits sont influencés par la nature des apports alimentaires.

Le beurre représente une émulsion compliquée du type : « globules de matière grasse et gouttelettes de plasma dans la matière grasse libre » La matière grasse existe donc dans le beurre sous deux formes différentes, comme globules de matière grasse ou matière grasse globulaire et comme matière grasse libre. Une partie de la matière grasse sous ces deux formes est à l'état cristallisé et 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.

Les étapes clés du procédé de fabrication reposent sur une concentration par étape de la matière grasse laitière. Passage du lait à une crème contenant 40 à 50 % de MG, maturation de la crème et action mécanique (avec une baratte ou un butyrateur). Les grains sont séparés de la partie liquide non grasse du lait (le babeurre) puis sont lavés et malaxés pour former une masse compacte « le beurre ».

Le but de cette synthèse bibliographique a permis de faire le point sur les connaissances actuelles concernant la structure, procédé de fabrication et différents types du beurre issu du lait de vache.

*Références
bibliographiques*

A

- ABOUTAYB R.**, *Technologie du lait et dérivés laitiers*, [En ligne]. Créé en 2007 [<http://www.azaquar.com>], (consulté le 12 juin 2021).
- ACEVEDO C .et MARANGONI G., 2010.** Characterization of the Nanoscale in Triacylglycerol Crystal Network. (*Cryst. Growth Des*),vol 10 :p 3327–3333 .
- ADDA J. GRIPON J. , et Vassel L., 1982.***The chemistry of flavor and texture generation in cheese.* Ed .Food chemistry , 129p.
- AGABRIEL C., COULON J.B., BRUNSCHWIG G., SIBRA C. et NAFIDI C., 1995.** *Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations.* Ed.INRA Production Animales.258p.
- ALAIS C., 1975.** *Sciences du lait. Principes des techniques laitières.* Ed.Sepaic,Paris.807p.
- ALAIS C., 1984.** *Science du lait, principe des techniques laitières.*Ed.4eme. Société d'édition et de publicité agricoles industrielles et commerciales , Paris. 814p
- ALAIS C. MICLO L .et LINDEN G., 1997.** *Abrégé de biochimie alimentaire.* Ed. Elsevier Masson,Paris. 248 p.
- ALBERT L., 2015 .** *Traité pratique de laiterie: lait, crème, beurre, fromages.* Ed. illustrated, Paris. 278p.
- AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., 2002.***Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et Techniques d'analyse du lait,Science et technologie du lait Transformation du lait.*Ed. École polytechnique de Montréal. 354p.**Anderson M.et Brooker E., 1975.** *Loss of Material during Isolation of Milk Fat Globule Membrane.* Ed . Journal of Dairy Science.1448p.
- ANGERS P., 2002 .***beurre et fraction de matière grasse laitière .in Vignola C .L, science et technologie du lait .* Ed . presse internationales polytechnique ,Montréal . 545p.
- ANGERS P., 2010.** *Beurre et fractions de matière grasse laitière. in Vignola C.L. Science et Technologie du Lait. Fondation de technologie laitière.* Ed. Presses internationales polytechnique , Québec. 347p.
- APFELBAUM M ., ROMON M., DUBUS M., 2004 .** *Diététique et nutrition .*Ed. Masson, Paris .560p
- APFELBAUM M.ET ROMON M., 2009.** *Diététique et nutrition.* Ed. Masson (2 ème édition),Paris.516p.
- AURIOL P., 1995.** *Influence du mois de vêlage sur la production des vaches pie rouge de l'est, dans le jura .station de recherches sur l'élevage.* Ed. INRA/EDP Sciences ,Paris .201p.

B

- BADINAND F., 1994.** *Maîtrise du taux cellulaire du lait.* Ed. Rec Méd Vét ,Paris .427p.
- BENKERROUM N., TAMIME A.Y., 2004.** **Technology** transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. *Journal of Food Microbiol*, vol 21 : p. 399-413.
- BOUTONNIER L.,2002.***science et technologie du lait-transformation du lait.*Ed. *Fondation de technologie laitière , Québec.* 323p.
- BRODIN D., 1989.** *La tartinabilité du beurre : méthodes d'appréciation, amélioration par cristallisation fractionnée.* Thèse de Doctorat. Université de Caen, France,
- BRULE G., 1987.** *Le lait matière première de l'industrie laitière.*Ed. CEPIL-INRA, Paris. 132p.
- BURGAUD J.L., 1969.** Les eaux résiduaires dans l'industrie laitière. *Le Lait, INRA*, vol 49 :p 417-433.
- BYLUND G., 1995.***Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems.*Ed. Lund ,Sweden . 436 p.

C

- CAROLE L., 2002.** *science et technologie du lait, transformation du lait.*Ed. Presses inter Polytechnique, Canada. 600p.
- CHARRON G., 1986.** *Les produits laitiers Voll les bases de la production.* Ed . Tec Lavoisier,Paris. 346p
- CHETOUNE S., 1982** *Amélioration de la qualité bactériologique du lait cru* .thèse d'ingénieur en agronomie, ITA ,Mostaganem, 88p.
- CHYE F.Y, ABDULAH A. et AYOB M.K., 2004.** Bacteriological quality and saftety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiol*, vol 21 : p.535 -541.
- CNIEL. (2006).** *Etude physico-chimique du produit laitier traditionnel du sud algérien « jben » Recherche du pouvoir antimicrobien des bactéries lactiques.* Mém. Master en biologie. Université Abdou Bekr Belkaid ,Tlemcen ,91p.
- COSSUT J., DEFRENNE B., DESMEDT C., FERROUL S., GARNET S., ROELSTRAETE L., VANUXEEM M., VIDAL D. ET HUMBERT S. 2002.** *Les Corps Gras : Entre Tradition et Modernité.* Mém. Master en nutrition et sciences des aliments . Université des Sciences et Technologies , Lille, 58p.
- COULON J.B., CHILLIARD Y ET REMOND B., 1991.** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. *INRA Prod. Anim* , vol 4 (3) :p.219-228 .

COUVREUR S., HURTAUD C ET PEYRAUD J.L., 2006. Variabilité de la taille et de la composition en acides gras des globules gras du lait chez la vache laitière. *Renc Rech Rumin*, vol 13 : p301et p304.

CRAPELET C. ET THIBIER M., 1973. *La vache laitière reproduction Génétique Alimentation Habitat Grandes maladies*. Ed. Vigot, Paris.116p.

CUQ J.L., 2007. Microbiologie Alimentaire. Ed. *Sciences et Techniques du Languedoc*. Université de Montpellier ,Paris.134p.

D

DEBRY G., 2001. *Lait nutrition et santé* .Ed. Tec & Doc, Paris .566p

DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R. et SERRAND M., 1999. *Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés*. Ed. Cemagref Tec et Doc, Paris.84p.

Delaval., 2010. *La glande mammaire* ,[En ligne]. Créé en 2010 [<http://www.delavalfrance.fr/fr-nl/>], (consulté le 12 juillet 2021).

DREWNOWSKI A., FINLEY J., HESS J., INGRAM J., MILLER G., ET PETERS C. 2020. [En ligne]. Créé en 2020 [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7288378/>] (consulté le 12 juillet 2021).

E

EBNER K.E., SCHANBACHER F.L., 1974. Lactation. a comprehensive treatise. *Academic Press*,vol 4:p77-p113.

F

FAO., 1995. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*.Ed. Collection FAO Alimentation et nutrition,Paris. 271p.

FAVIER J.C., 1985. Composition du lait de vache 2 Laits de consommation. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, vol :20 (5), p. 355-363.

FLORENCE D.,Beurre allégé ,[En ligne].Créé en 2009 . [<https://www.notretemps.com/sante/beurre-allege-ou-margarine,i1791>], (consulté le 6 octobre 2021).

FREDE E., 2002. *Butter- The Product and its manufacture*.Ed. Encyclopedia of Dairy Sciences, London. 227p.

FREDOT E., 2006. *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*.Ed.Tec et Doc,Lavoisier ,Paris.397 p.

G

GAUCHERON F., 2004. *Minéraux et produits laitiers*. Ed. Tec et Doc, Lavoisier ,Paris.922 p.

GOURSAUD J., 1985. *Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. : Les laits de la mamelle à la laitière.* Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris.174p.

GOIBIER L., LECOMTE S., LEAL-CALDERON F. et FAURE C., 2017. The effect of surfactant crystallization on partial coalescence in O/W emulsions. *Journal Colloid Interface Science*,vol 500 :p 304–314.

GOY D., HÄNI J.P. , WECHSLER D. ET JAKOB E., 2005. Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. E, *Agroscope Liebfeld-Posieux.* vol 27 .

GRIPON C., DESMAZEAUD J., LE BARS D. ET BERGERE L., 1975. Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. *Influence de la présure commerciale.* vol 55 :p 502-516.

GUETTAR G ET MORSLI S., 2018. *Effet du stade de lactation sur la qualité physicochimique du lait de vache de la race Montbéliarde et Prim'holstein à la plaine du haut Chélif.* Mém. Master en Production Animale.Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, Ain Defla ,102p.

GUIRAUD J.P., 2003. *Microbiologie Alimentaire.* Ed . Dunod. Paris. 651p.

H

HASSAINYA J., PADILLA M. ET TOZANLI S. ,2006. *Lait et produits laitiers en Méditerranée. Des filières en pleine restructuration.* Ed. La maison Karthala ,Paris France . 380p.

HILLBRICK G., AUGUSTIN M.A., 2003. Milkfat characteristics and functionality: opportunities for improvement. *Australian journal of dairy technology*, vol 57(1) : p 45-51.

HODEN A .ET COULON J.B., 1991. Maîtrise de la composition du lait. – Influence des Facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Production Animle.*, vol 4 (5) : p 361 – 367.

I

INSTITUT DE L'ELEVAGE., 2009. *Traite des vaches laitière. Matériel. Installation. Entretien.* Ed . France AgricoleProduire mieux ,France. 506p.

ISMAIL BOKRETAOUI M., 2017. *Effet de l'alimentation sur la production laitière dans la wilaya d'Ain Defla- Cas de la région de Haut Chélif.* Mém. Master en Sciences et Techniques des Productions Animales. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, Ain Defla, 118 p.

J

- JAKOB E., ET HÄNNI J.P., 2004.** *Fromageabilité du lait*. Ed. Agroscope Liebefeld Posieux.,France.11p.
- JAUBERT A.,1993.** *Numérations cellulaires et caractéristiques biochimiques et technologiques du lait de chèvre*. In : *Somatic cells and milk of small ruminants*. Ed. Proc. Int. Symp. Somatic cells and milk of small ruminants. Bella, Italie.268p.
- JEAN M., 1990.***Larousse agricole*. Ed. Librairie Larousse .Paris . 1207p.
- JEAN C., 1993.** *Au fil du lait*.Ed.CRDP ,Paris. 389p.
- JEAN P ., et ROGER C., 1961.** *Le lait*.Ed. INRA ,Paris.
- JEANTET R., CROYENNEC T., MAHANT M., SCHUCK P.et BRULE G., 2008.***Les produits laitiers* .Ed. Tec & Doc-Lavoisier , France.185p.

K

- KIRAT S., 2007.** *Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovins- cas de la wilaya de Jijel en Algérie* .Mém. Master en science agronomique .institut agronomique , France, 148p.
- KING N., 1953,** *Aspects scientifiques de la fabrication continue du beurre*, Le Lait, 33 p.
- KING N., 1930,** *Aspects scientifiques de la fabrication continue du beurre*, Le Lait, 142 p.

L

- LAMBERT A., BOUGRIOUA F ., ABBAS O ., COURTY M. ,EL MARSSI M . ,FAIVRE V.et BRESSON S.,2017.** Temperature dependent Raman and X-ray diffraction studies of anhydrous milk fat, *Food Chemistry*. vol 267 :p 187 -195.
- LARSON B.L., JORGENSEN G.N., 1974.** *Lactation. A comprehensive treatise*.Ed. Academic Press, INC. London, England.146p.
- LEYRAL G., VIERLING É. , 2007.** *Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires*. Ed. Biosciences et techniques,paris. 87p.
- LOPEZ C., BOURGAUX C., LESIEUR P.et OLLIVON M., 2002.** Crystalline structures formed in cream and anhydrous milk fat at 4°C. *INRA, EDP Sciences*, vol82 : p 317-335.
- LUQUETF.M., GEORGERS C., 2005.***Bactéries lactiques et probiotiques*.Ed. Technique et documentation Lavoisier. Londres, Paris, New York .307p.

M

- MAHAUT M., ROMAIN J ., BRULE G. ET PIERRE S., 2000.***Les produits industriels*

laitiers.Ed.Technique et documentation Lavoisier,Paris. 178p.

MAHAUT M., ROMAIN J ., BRULE G .ET PIERRE S., 2008.*Les produits industriels laitiers*.Ed.Technique et documentation Lavoisier, Paris . 185p.

MARMET J., 1983. *La connaissance du bétail, les bovins*.Ed. J.B. Baillièrè Lavoisier, Paris.386p.

MATHIEU J., 1997. *Initiation à la physico-chimie de lait*.Ed.Tec & doc-Lavoisier , Paris . 220p.

MAZZANTI G ., GUTHRIE S.E., SIROTA E.B., MARANGONI A.G.ET IDZIAK S.,2004. Effect of Minor Components and Temperature Profiles on Polymorphism in Milk Fat, *Cryst. Growth Des.* vol 4 :p 1303–1309.

MENDY F., 1982.Le beurre et nutrition, *technique laitière*.vol 54 (5):p51- 64.

MICHALSKI M.C., GASSI J.Y., FAMELART M.H., LECONTE N., CAMIER B., MICHEL F.et BRIARD V., 2003. The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese. *Lait,INRA*,vol 83 :p 131-143.

MICHALSKI M.C., 2007. l'influence supposée de l'homogénéisation du lait sur le risque de CVP, de diabète et d'allergie. *Brit. J. Nutr.*, vol97 :p 598-610.

MICHALSKI M.C., OLLIVON M., BRIARD V., LECONTE N .ET LOPEZ C., 2004.Native fat globules of different sizes selected from raw milk: thermal and structural behavior, *Chem. Phys. Lipid* ,vol 132 :p247–261.

MORIN P., JIMENEZ-FLORES, R., ET POULIOT Y., 2007.Effect of processing on the composition and microstructure of buttermilk and its milk fat globule membranes , *journal of dairy science*,vol 90 :p2132–2140

MULDER H., ET WALSTRA P. ,1974. *The milkfat globule: emulsion science as applied to milk products and comparable foods*. Ed. Commonwealth Agricultural Bureaux,eng.296p.

P

PAVAUX C. ,1992 . *A colour atlas of bovine anatomy* .Ed. illustrée réimprimée,167p.

POINTURIER H., ADDA J., 1969. *Qualités et défauts du beurre*. In : *Beurrerie Industrielle : science et technique de la fabrication du beurre*. Ed.La Maison Rustique , Paris, France, 330p.

R

RAMET J.P. ,1985. La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. *Collection FAO Alimentation et nutrition* ,vol 48 :p187.

ROBERT J, YVES R. ,. 1995. *Nutrition des ruminants domestiques - Ingestion et digestion*.Ed :Quae ,France .922p.

ROBINSON R.K., 2002. *Dairy microbiology handbook. The microbiology of milk and milk products. Third edition.* Ed. John Wiley and sons, INC , New York.780p.

ROBSON E.W., DALGLEISH D .G.,1987. Interfacial Composition of Sodium Caseinate Emulsions, *J. Food Sci* ,vol 52 : p 1694–1698.

S

SÉRIEYS F.,1997. *Modification de la morphologie et de la physiologie de la mamelle, in: Le tarissement des vaches laitières: une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau.* Ed. France Agricole Editions,Paris . 74p.

STEIJNS T.,2008. *Dairy products and health: Focus on their constituents focus on the matrix* .Ed. INT DAIRY J,435p.

T

TETRA P., 2003. In. Dairy processing hand book ga.Ed. Tetra Pak processing systems.AB, Lind, Sweden-no. 63174.

V

VARNAM A.H., ET SUTHERLAND P. 2001. Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology , *An Aspen Publication. New York* ,Vol 1 : p: 35-37.

VEISSEYERE A.,1975. *Technologie de lait.*Ed. La maison rustique , Paris .714p.

VIERLING E., 2003. *les corps gras.* Dans: Aliments et boissons .Ed. Filières et produits Doin, 192p.

VIGNOLA C ., 2002.*Science et Technologie du Lait Transformation du Lait.* Ed . Presses Internationales Polytechnique, Canada. 600p.

VIGNOLA C. , 2002. *Science et Technologie du Lait Transformation du Lait.* Ed .Presses Internationales Polytechnique, Canada. 75p

W

WALSTRA P., GEURTS T.J., NOOMEN A., JELLENA A.ET VAN BOEKEL M.A.J.S., 1999. Butter. In: Dairy technology. Principles of milk properties and processes.Ed. Dekker Marcel , New-York Basel, USA, 485-515p.

WODE ., 1933. *Medd. Centralanstalt. försök. jordbr. Mejeriavdel*, No. 46. (*Chem. Abs.* 1934, 28, 1112.)[Google Scholar](#)

WOLTER R ., 1992. *Alimentation de la vache laitière* .Ed.France agricole,Paris.289p.

Résumé :

Le beurre est constitué principalement de la matière grasse du lait, à l'état d'émulsion du type eau dans l'huile. Son procédé de fabrication a justement pour effet d'inverser l'émulsion originale du lait ou de la crème où les globules gras sont dispersés dans le sérum.

Les étapes clés du procédé de fabrication du beurre sont la collecte du lait et son éventuelle pasteurisation, l'écumage où l'on recueille la crème du lait, la maturation, spontanée ou pas, qui lui donnera son goût, le barattage qui permet de transformer la crème en beurre, le lavage et enfin le malaxage afin de lui donner une texture lisse. Le beurre ne peut pas se conserver longtemps car il est très sensible à l'oxygène de l'air, surtout doux, qui dégrade ses composants et le fait rancir. Une conservation au frais et dans un récipient qui ferme hermétiquement prolonge sa durée de consommation.

Il existe une grande variété de beurre. Salé, demi sel, doux, cru, pasteurisé, tendre, dur et allégé.

Mots clés: Structure du beurre, procédé de fabrication, différents types du beurre, lait de vache .

Abstract:

Butter is made up mainly of milk fat, in the form of a water-in-oil emulsion. Its manufacturing process has the effect of reversing the original emulsion of milk or cream where the fat globules are dispersed in the serum.

The key steps in the butter making process are the collection of the milk and its eventual pasteurization, the skimming where the cream is collected from the milk, the maturation, spontaneous or not, which will give it its taste, the churning which transforms the cream into butter, the washing and finally the kneading to give it a smooth texture. Butter cannot be preserved for long because it is very sensitive to oxygen in the air, especially mild, which degrades its components and makes it go rancid. Keeping it in a refrigerated place and a tightly closed container will extend its shelf life.

There is a wide variety of butter. Salted, semi-salted, sweet, raw, pasteurized, tender, hard, light.

Keywords: butter structure, manufacturing process, types of butter, cow's milk.

ملخص :

تتكون الزبدة اساسا من دهن الحليب في شكل مستحلب جامد ،عملية تصنيعه له تأثير عكسي على المستحلب الأصلي للحليب أو القشدة حيث تنتشنت كريات الدهون في المصل.

تتمثل الخطوات الرئيسية في عملية تصنيع الزبدة في جمع الحليب وبسترته ومن ثم يتم وضعها في خزان الانضاج الذي سيعطيها طعم مميز وبعدها يتم وضع القشدة في مخاض ميكانيكي حيث يتم فصلها من الحليب وفي النهاية يتم غسلها وعجنها لمنحها قوامًا ناعمًا. لا يمكن تخزين الزبدة لفترة طويلة لأنها حساسة للغاية تجاه الأكسجين حيث يتم تحلل مكوناته وتتغير رائحته , يؤدي الاحتفاظ بها في مكان بارد في حاوية محكمة الإغلاق إلى إطالة مدة صلاحيتها. هناك مجموعة متنوعة من الزبدة. مملح ، شبه مملح ، حلو ، خام ، مبستر ، طري ، قاسي وخفيف.

الكلمات المفتاحية : بنية الزبدة ، عملية التصنيع ، أنواع الزبدة ، حليب البقر.