

CHAPITRE I : Lait et produits laitiers

I.1. LE LAIT : définition, structure, composition biochimique, facteurs de variation de la composition

I.1.1. Définition :

Le lait est aliment biologique de couleur blanchâtre, complet équilibrer, légèrement sucré, de densité supérieure à celle de l'eau, produit par les glandes mammaires des mammifères femelles.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h

le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter 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 .

I.1.2. Structure du lait

Le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases en équilibre instables. Il est possible d'envisager la composition des phases du lait, en classant les particules des constituants en fonction de leur taille.

Les trois phases caractéristiques du Lait sont :

I.1.2.1. Phase colloïdale

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

I.1.2.2. Phase lipidique

Les graisses et les vitamines solubles dans les lipides laitiers se rencontrent sous forme d'émulsion. Une émulsion est un liquide contenant en suspension des globules gras.

I.1.2.3. Phase aqueuse

Le lactose (sucre du lait), certaines protéines (protéines sériques), des sels minéraux et d'autres substances sont solubles et sont entièrement dissoutes dans l'eau du lait.

I.1.3. Composition biochimique de lait

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Le lait est très riche en eau, riche en lactose, en protéines, en matière grasse, et en élément minéraux. D'autres substances, présentes dans le lait, sont à faibles concentrations. La composition du lait est mentionnée sur le tableau 1.

I.1.3.1. Eau

C'est le composé le plus abondant, il se trouve sous deux états :

- L'eau extra micellaire représente environ 90% de l'eau totale.
- L'eau intra micellaire représente environ 10 % de l'eau totale

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

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

I.1.3.2. Matières grasses

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%) (**figure1**).



Figure 1 : Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

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 (15 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).
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0).

I.1.3.3. Matières azotés

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote de lait. Les protéines sont constituées de caséines rassemblées en micelles (80%) et des albumines et globulines solubles (protéines sérique).

I.1.3.3.1. Protéines

Le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

Les caséines

la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine..

I.1.3.4. Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique. 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.

I.1.3.5. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions. Ils représentent une quantité variant de 0.6 % à 0.9 %.

I.1.3.6. Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est fermentescible par de nombreux microorganismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers.

I.1.3.7. Enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par des cellules vivantes. Ce sont des biocatalyseurs car ils accélèrent les réactions biochimiques. Le lait

contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température

I.1.3. Facteurs de variation de la composition

La composition du lait est variable et dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait.

I.1.3.1. Facteur de variabilité génétique entre individus

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 des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

I.1.3.2. Stade de Lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles diminuent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux augmentent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation.

I.1.3.3. L'âge ou numéro de lactation

On peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations.

I.1.3.4. L'état sanitaire

Une infection de la mamelle ou de l'organisme de l'animale se traduit par une baisse de la production laitière et une modification de la composition du lait.

I.1.3.5. L'alimentation

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation de lait mais elle est importante, une réduction brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la qualité de lait.

I.1.3.6. La traite

La traite doit respecter la physiologie de l'éjection du lait résultant d'un réflexe Neuro-hormonal.

Les facteurs inhibant l'éjection du lait (stress, douleur, émotion) réduisent considérablement la quantité de lait.

I.1.3.7. Facteurs climatique et saisonniers

La quantité de lait produite et sa composition restent constantes dans un intervalle de température comprise entre 5 et 27 °C. Cependant cette production diminue si la température augmente ou inversement.

I.2. Techniques Laitières

I.2.1. Lait cru

Il est défini comme le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent. Ce lait n'a donc subi aucun traitement autre que la réfrigération mécanique immédiate après la traite à la ferme.

Le lait cru est conditionné par la traite et la qualité du refroidissement lors de la collecte.

I.2.2. Lait traités thermiquement

Le degré de traitement thermique du lait permet une augmentation de la durée de conservation. Selon le traitement subi, on distingue trois types

a. Lait pasteurisé

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose). on distingue trois types de traitements :

- Pasteurisation basse (62-65°C/30min): elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.
- Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (high température short time) : elle est

- Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s): elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

b. Lait stérilisé

La préparation du lait stérilisé a été exclusivement réalisée par chauffage en autoclave à 115-120°C pendant 15 à 20 min.

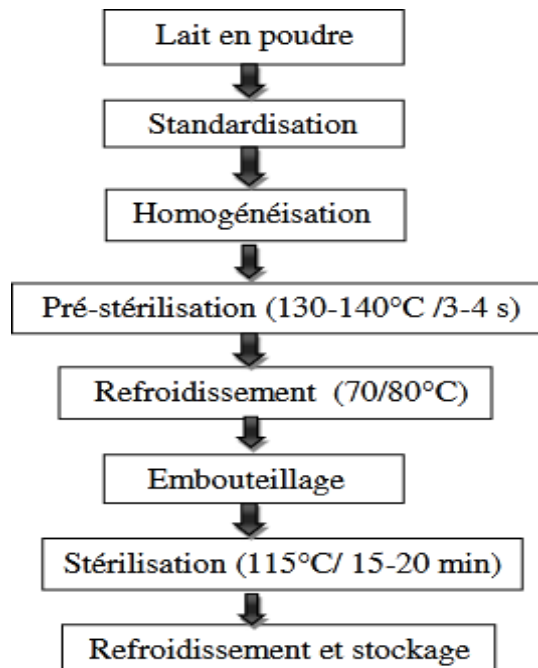


Figure 3 : Diagramme de fabrication d'un lait stérilisé.

c. Lait UHT (Ultra Haute Température)

Il consiste à chauffer le lait pendant 2 à 5 secondes entre 135° à 150°C, Il se conserve 3 à 4 mois à température ambiante fraîche.

I.2.3. Les Laits commercialisés ou les Laits de consommation

Le terme "Laits de consommation" désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur.

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de lait de consommation qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation

I.2.3.1. Réception

Pour produire un lait de qualité, le lait (cru ou poudre) doit être contrôlé lors de sa réception.

La fabrication des laits de consommation peut être produite à partir du lait en poudre et de la matière grasse anhydre suivant les systèmes de reconstitution et recombinaison :

- **Reconstitution :**

Consiste à mélanger de l'eau et du lait en poudre écrémé afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initial (ou conforme à un rapport eau/ matière sèche donné).

- **Recombinaison**

Consiste à ajouter à l'eau et à la poudre de lait de la matière grasse laitière anhydre, de façon à obtenir un lait entier ou partiellement écrémé présentant à la fois les rapports eau/matière sèche totale et matière grasse/matière sèche dégraissée conformes au produit désiré.

I.2.3.2. Clarification

La clarification est l'opération par laquelle le lait est soumis à une force centrifuge dans le but d'en extraire les particules plus denses, tels les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères. Sans ce traitement, ces particules sédimenteraient dans le lait homogénéisé, et devenir visibles dans les contenants transparents. La clarification se fait par un clarificateur centrifuge (**Figure 4**).

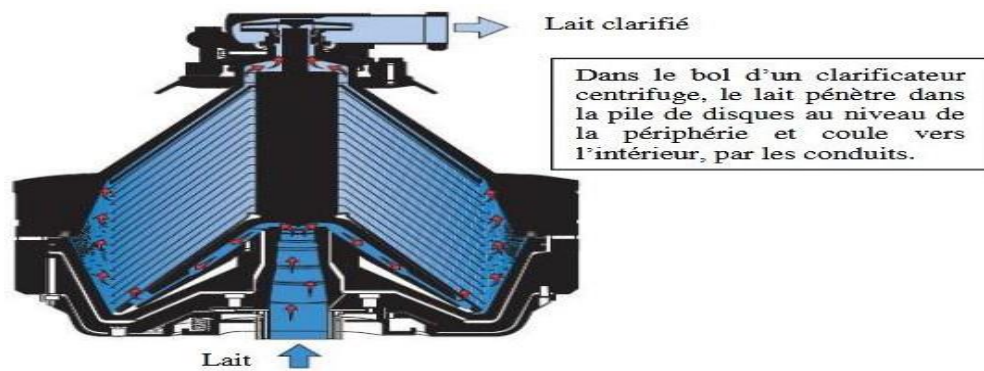


Figure 4 : Un clarificateur centrifuge (Vignola ,2002)

I.2.3.3. Thermisation

De nombreuses laiteries préchauffent le lait à une température inférieure à la température de pasteurisation, pour inhiber la croissance des microorganismes pathogènes. Ce procédé est appelé la thermisation (63-65°C pendant environ 15 secondes).

I.2.3.4. Ecrémage

La séparation des deux phases lipidiques et aqueuses est accélérée au moyen d'un séparateur centrifuge, qui décharge en continu la crème d'une part et le lait écrémé d'autre (figure 5).

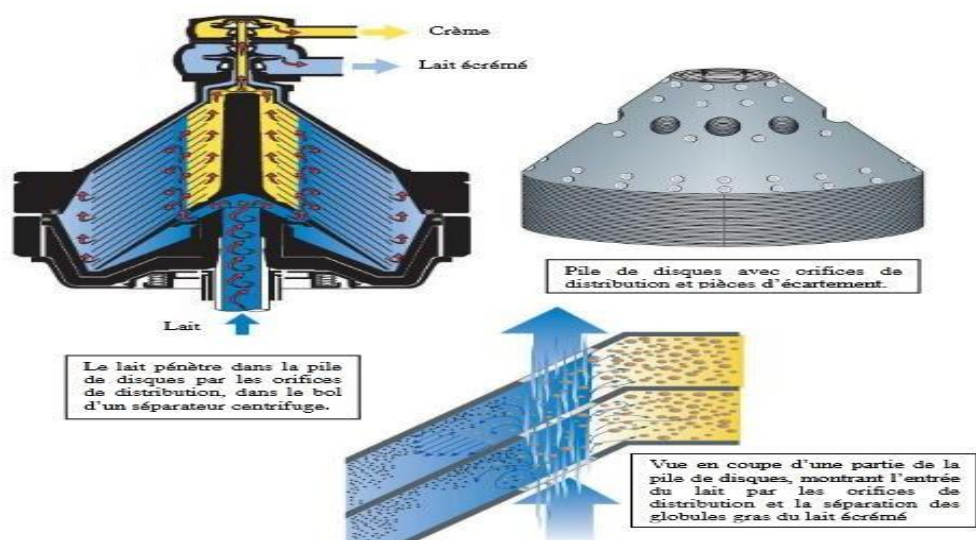


Figure 5 : Séparateur centrifuge

I.2.3.5. Standardisation

Cette étape consiste à l'addition de la matière grasse et les protéines au taux désiré.

La crème et le lait écrémé sortant d'un séparateur ont des teneurs en matière grasse constantes si les autres paramètres concernés sont également constants. Le principe de standardisation –identique (**Figure 6**).

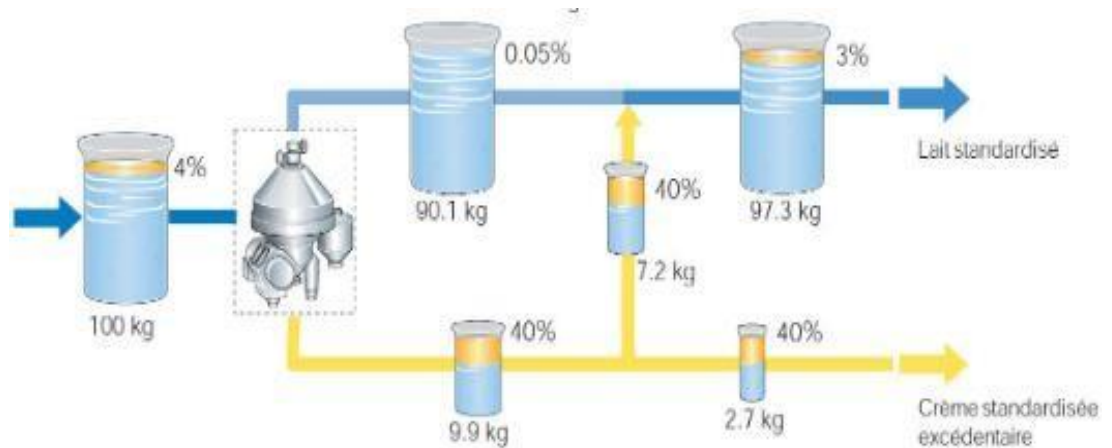


Figure 6 : Principe de la standardisation de la matière grasse.

I.2.3.6. Homogénéisation

L'homogénéisation est une opération qui sert à empêcher les globules gras de remonter à la surface du lait en réduisant leur diamètre. Cette étape présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide. D'autre part, ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse (**Figure 7**).

I.2.3.7. Traitement thermique

Cette opération consiste à l'application des traitements thermiques voir la pasteurisation, stérilisation, ou UHT.

I.2.3.8. Refroidissement

La pasteurisation doit être suivie d'un brusque refroidissement. Car la pasteurisation n'étant pas éliminés tous les microorganismes.

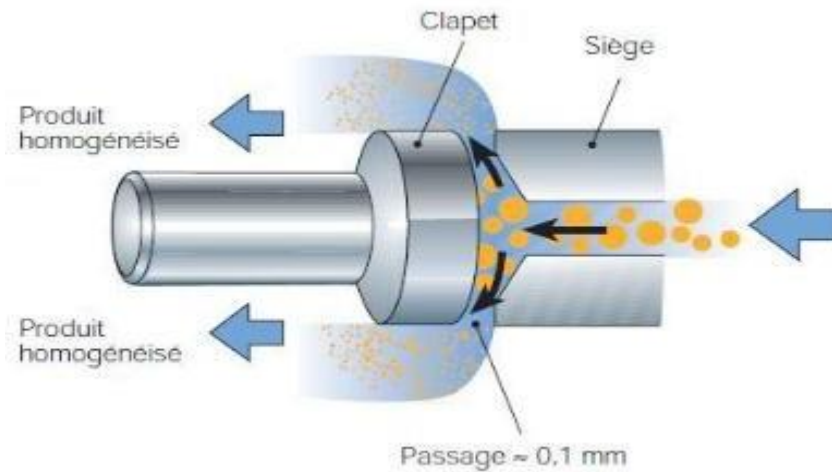


Figure7 : Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur.

I.2.4. Autres laits

I.2.4.1. Laits de conserves

Sont des laits obtenus soit par concentration, soit par déshydratation.

I.2.4.2. Laits concentrés

- **Lait concentré non sucré**

Il est obtenu par pasteurisation à température élevée, suivi d'une concentration par ébullition sous vide partiel dans des évaporateurs. Le lait est ensuite homogénéisé, refroidi, distribué en boîtes puis stérilisé par autoclavage à 115°C pendant vingt minutes. **(Figure8).**

- **Lait concentré sucré**

Il est obtenu par pasteurisation, suivi de l'addition d'un sirop de sucre stérile à 70% de saccharose. Le sucre inhibe la multiplication des micro-organismes, ce qui autorise un traitement thermique moins important. Après concentration à 50% environ, le lait est refroidi et réparti en boîtes ou en tubes stériles. **(figure 8).**

I.2.4.3. Lait en poudre

Le lait en poudre est un produit obtenu par déshydratation du lait. La teneur finale en eau n'excède pas 5% en poids du produit fini. Cette déshydratation presque totale permet au lait en poudre de se conserver à température ambiante. Cependant, il craint la

chaleur et l'humidité. Il doit être utilisé ou consommé immédiatement après avoir été reconstitué par adjonction de liquide.

Il existe deux catégories du lait en poudre : le spray écrémé (taux de matière grasse inférieur à 1,5%) et le spray gras 26% (le taux de matière grasse est de 26%). Il existe deux procédés principaux : le séchage sur cylindre ou procédé Hatmaker, et le séchage spray ou par pulvérisation.

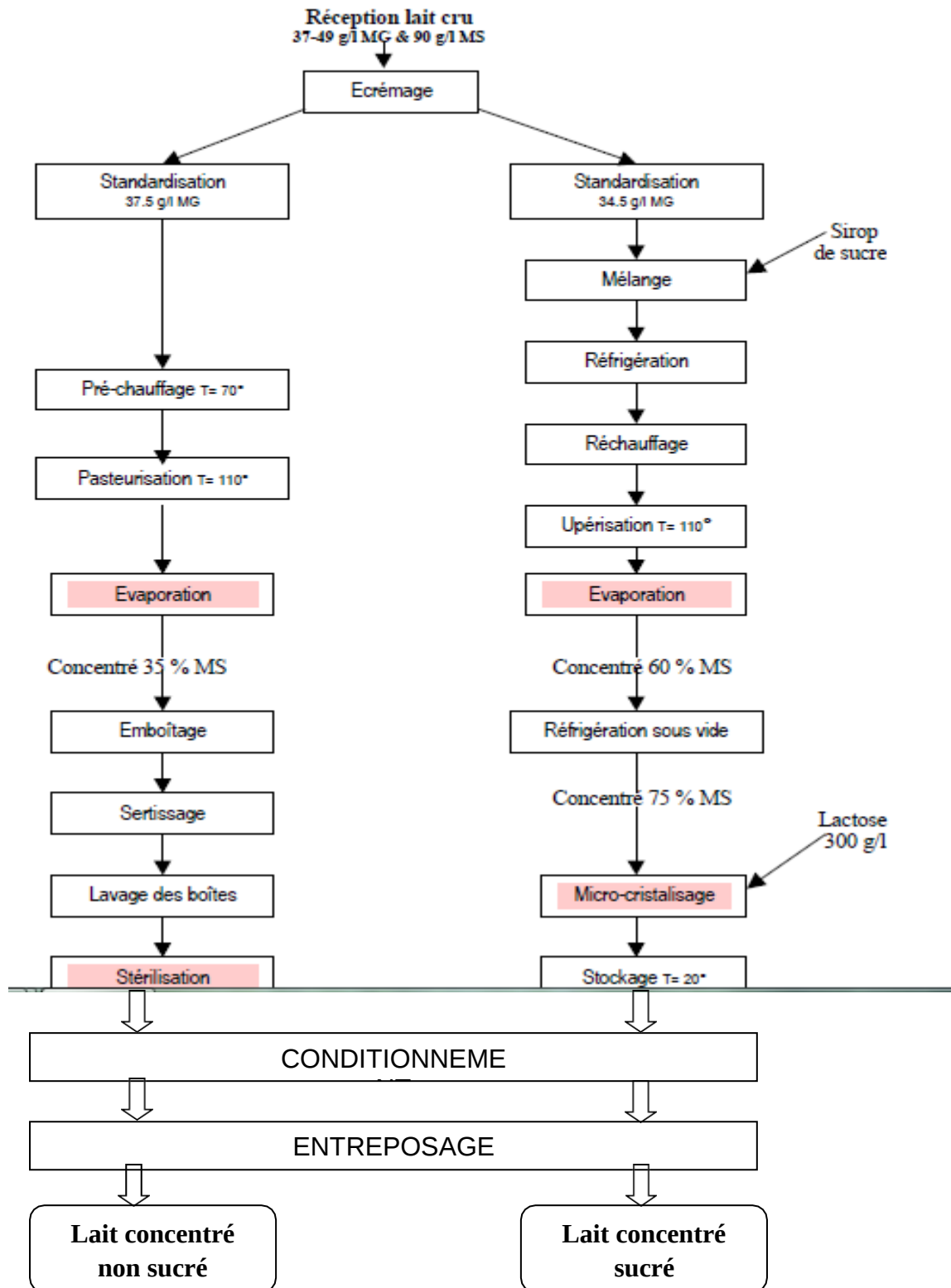


Figure 8 : Diagramme de fabrication de lait concentré sucré et non sucré.

I.3. Techniques beurrières

I.3.1. Définition du beurre

Le beurre est le produit du barattage de la crème de lait pasteurisé ou non et maturée. Le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement, sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile. 100 g de beurre contiennent 82 % minimum de matières grasses, 16 % d'eau et 2 % de matières sèches. Aucun conservateur ni arôme n'est autorisé. Il existe du beurre demi-sel (0,5 à 3 % de sel) et du beurre salé (+ 3 % de sel).

I.3.2. Structure du beurre

La matière grasse existe dans le beurre sous deux formes ; matière grasse globulaire et 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.(figure 11).

Les globules gras jouent un rôle dominant dans la fabrication du beurre 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.

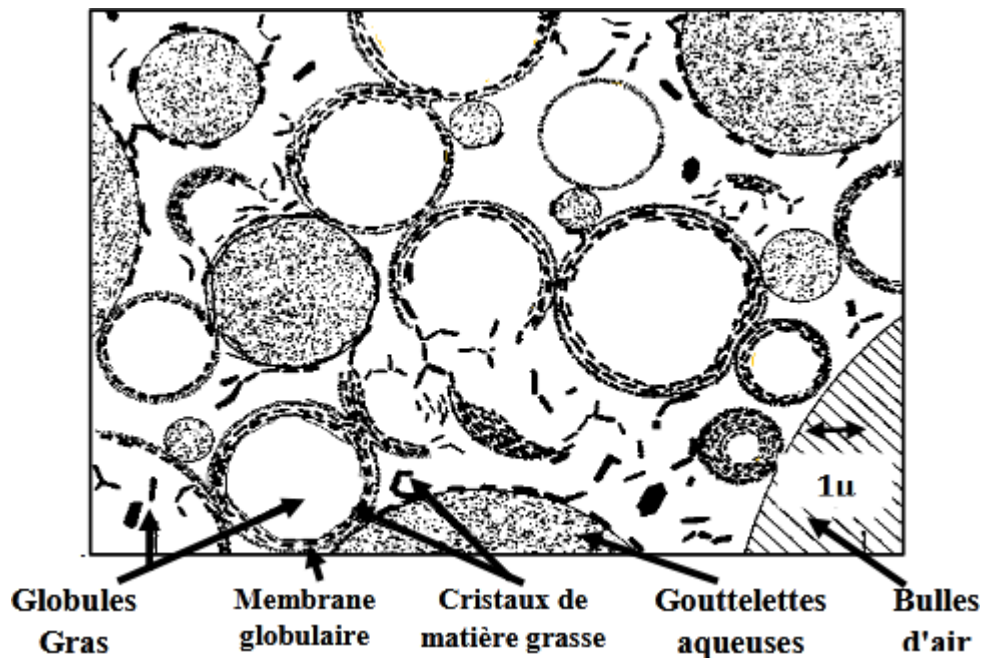


Figure 11: Microstructure du beurre à température ambiante

I.3.3. Procède de fabrication technologique du beurre standard

La fabrication du beurre comprend cinq étapes principales :

- Concentration de la phase grasse du lait par séparation mécanique ;

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

Le diagramme général de la fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération est représenté dans la **figure 12**.

I.3.3.1. Préparation de la crème

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

I.3.3.2. Maturation de la crème

La maturation de la crème peut combiner deux processus : l'une est la maturation physique qui assure la cristallisation dirigée de la MG, l'autre est la maturation biologique qui a pour but d'assurer le développement de l'acidité et l'arôme.

I.3.3.2.1. Maturation physique

La maturation physique qui vise à solidifier une partie des triglycérides. L'application d'un cycle thermique adapté permet de diriger la cristallisation des triglycérides.

Le régime de refroidissement pratiqué lors de la maturation physique influence, à la fois, la quantité de MG solidifiée par cristallisation, et le degré d'agglomération des globules gras. Ce dernier facteur est très important car il conditionne l'aptitude de la crème au barattage. La température de refroidissement est 5°C à 6°C pendant 2 heures afin de limiter les pertes en matières grasses.

I.3.3.2.2. Maturation biologique

Elle consiste àensemencer 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 (abaisser le pH 4.7-5.8) et aromatique (métabolisme des citrates par les bactéries lactiques).

I.3.4. Transformation de la crème en beurre

I.3.4.1. Inversion de phase

Elle consiste à transformer la crème, émulsion de MG dans une phase aqueuse en beurre, émulsion de solution aqueuse dans la MG. Au cours de l'opération il y'a agglomération des globules, déstructuration et libération des triglycérides (solides et liquides) suivie d'une expulsion de la fraction non grasse contenue dans la crème de départ.

I.3.4.2. Lavage, salage et malaxage

a. Lavage

Il permet de refroidir le grain, diluer les gouttelettes de babeurre par l'eau. En générale, on ne peut pas descendre en dessous de 0.5 a 1% de non gras.

b. Salage

Le sel donne la saveur et prolonge la durée de conservation du beurre (diminution de la croissance microbienne)

c. Malaxage

Le malaxage est le traitement qui vise a dispersée uniformément l'air, l'eau, le sel et composées aromatiques dans la masse butyrique, il permet aussi la soudure des grains de beurre. De façon générale, il est recommandé de poursuivre le malaxage jusqu'à la disparition de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieure de beurre (consistance ferme, texture cireuse et apparence lustrée).

I.3.5. Transport et stockage intermédiaire du beurre

Le beurre est ensuite stocké de manière temporaire avant le conditionnement dans des tanks silos qui sont directement reliés au butyrateur.

I.3.6. Conditionnement du beurre

Les matériaux d'emballage du beurre utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés, le conditionnement du beurre est variable selon les exigences du commerce

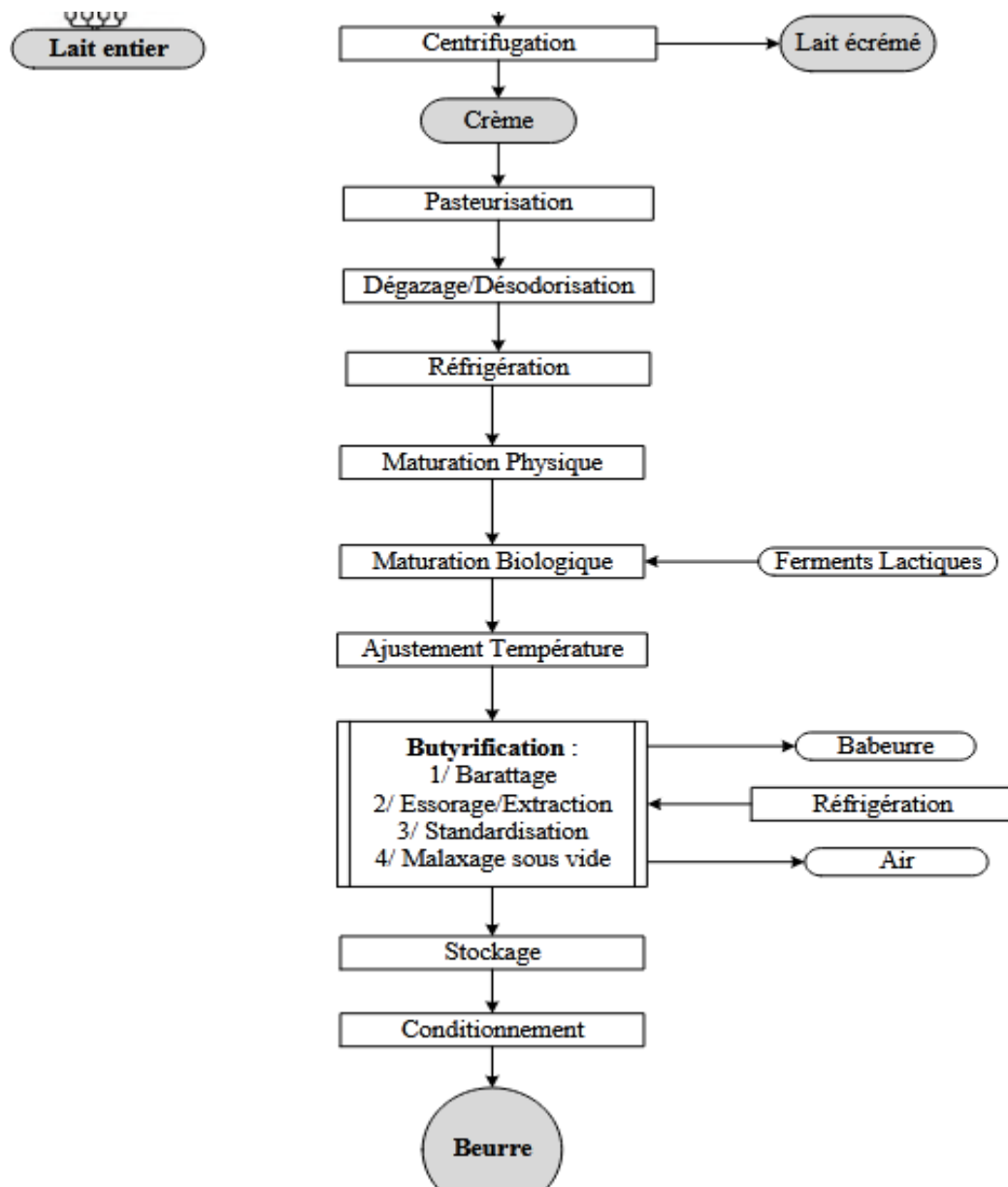


Figure 12 : Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération

I.3.7. Les bactéries lactiques utilisées dans la fabrication du beurre

La substance aromatique recherchée essentiellement dans le beurre est le diacétyle : il est le fruit de l'oxydation de l'acétoïne produit par *Leuconostoc cremoris* et *Leuconostoc dextranicum* à partir du lactose et de l'acide citrique. Ces espèces produisent leur effet

aromatisant seulement en milieu acide : c'est pourquoi on les utilise en mélange avec des ferments de *Lactococcus lactis subsp. Lactis* ou *Lactococcus lactis subsp.*

La figure13 présente le mécanisme biochimique de la formation de l'arôme du beurre à partir du lactose et de l'acide citrique

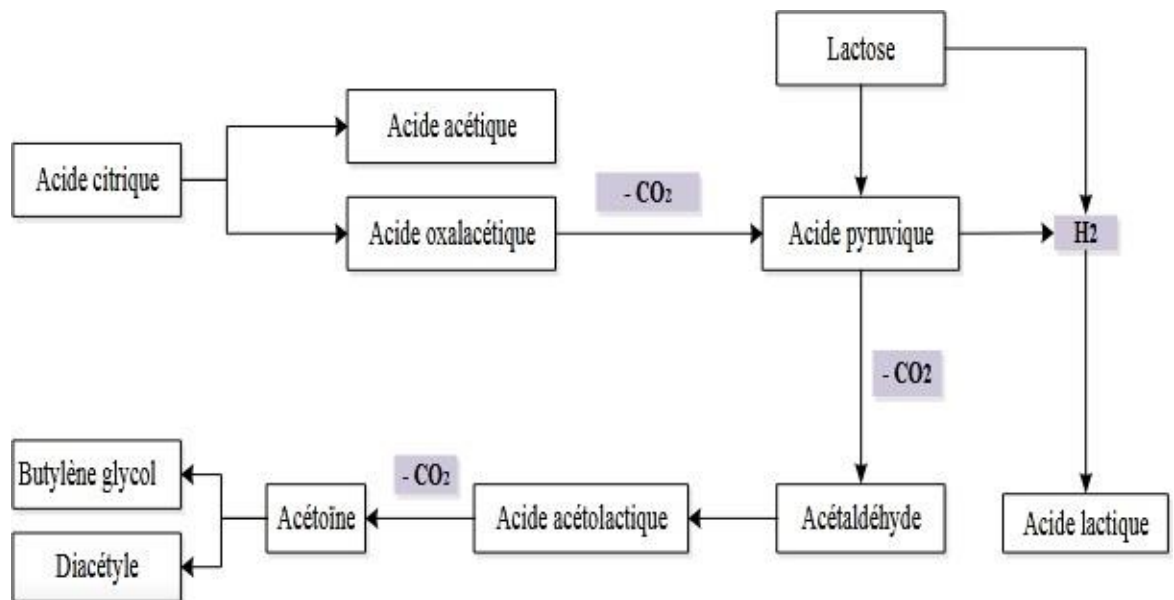


Figure 13 : Mécanisme biochimique de la formation de l'arôme du beurre à partir du lactose et de l'acide citrique.

I.3.8. Les types des beurres

Il existe différentes qualités du beurre selon les lieux et les processus de fabrication :

I.3.8.1. Beurre fermier

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

I.3.8.2. Beurre cru ou de crème

Le lait utilisé n'a subi aucun traitement thermique hormis la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée reste sous forme crue.

I.3.8.3. Beurres concentrés

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.
- 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.

I.3.8.4. Beurre allégé

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

I.4. Techniques fromagères

I.4.1. Introduction

Le but de l'industrie fromagère est de transformer le lait en un produit d'utilisation prolongée et de goût différent grâce à diverses actions microbiennes et enzymatiques. La coagulation du lait et l'égouttage du caillé obtenu, représentent, en effet, une sorte de concentration, qui constitue un moyen de conservation auquel il faut ajouter l'acidification provoquée par la fermentation lactique, qui s'oppose à l'envahissement du fromage par les bactéries de putréfaction. Ce double principe de dessiccation et d'acidification va se retrouver, plus ou moins prononcé dans la préparation de tous les fromages.

I.4.2. Définition du fromage

Le fromage selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum, caséines ne dépasse pas celui de lait. On obtient le fromage par coagulation complète du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation.

I.4.3. Classification des fromages

Il existe de nombreuses méthodes de classification des fromages qui diffèrent entre elles selon le type de critère retenu : le type de lait utilisé, le pays d'origine, la technique de fabrication, le mode d'affinage, l'aspect extérieur, la teneur en eau. Parmi ces classifications, celle de Steven Jenkins basée sur les caractéristiques généraux du fromage (apparence, mode de production...) et qui décrit huit familles de fromage dont le fromage frais, fromage à Croûte soit naturelle, fleuré ou lavée, fromage bleu veiné, fromage non cuit à pâte pressée, fromage cuit et pressé, et enfin le fromage fondu. **(tableau 3)**

Selon la norme internationale A-6 (1978-FAO /OMS) les fromages sont classés en fonction de leur teneur en eau dans le fromage dégraissé (HDF), leur teneur en matière grasse et les principales caractéristiques d'affinage.

Tableau 3 : classification des fromages selon le type de la pate

Type de pate	Affinage	Exemples
Fraiche	Sans affinage	Jben, petit-suisse
Molle	Croute moisie	Camembert, Brie
	Moisissure interne	Bleus, Roquefort
	Croute lavée	Munster
Pressée	Croute moisie	St-Nectaire, Tomme
	Croute lavée	St-Paulin, Reblochon
Ferme non cuite	Croute lavée	Cantal
Ferme cuite	Ouverture, cr. morgée	Comté
	Ouverture, cr. sèche	Emmenthal, Gruyère
	Sans ouverture, cr. Morgée	Beaufort

I.4.4. Valeur nutritionnelle des fromages

Le fromage est à la fois un aliment protecteur pour l'adulte et un aliment de croissance pour le jeune, du fait de la présence de protides de valeur biologique élevée, et du complexe phosphore calcium vitamine. Il est généralement beaucoup mieux accepté que le lait et sa digestion est plus facile.

I.4.5. Processus d'élaboration du fromage

La transformation du lait en fromage est résumée dans les deux figures 14 et 15.

Les fromages sont obtenus à partir de différents lait (brebis, vache, chèvre) soit purs soit mélangés. La fabrication du fromage à l'origine était un moyen de conservation du lait. Elle permettait de ne stocker que la partie solide du lait, après transformation. La fabrication passe par différentes étapes en fonction des caractéristiques du produit final que l'on veut obtenir.

I.4.5.1. Le caillage

Des ferments lactiques ou de la présure sont ajoutés au lait pour provoquer

sa coagulation il va alors se scinder en deux :

- « le caillé » (la partie solide), qui va servir à faire les fromages ;
- « le petit lait » (partie liquide), utilisé pour l'alimentation du bétail.

I.4.5.2. L'égouttage

Le caillé se contracte et le petit lait s'écoule. Cette séparation se fait spontanément. Il peut être accéléré par brassage, tranchage et chauffage.

I.4.5.3. Le moulage

La mise en forme des fromages se fait soit dans des moules perforés, soit par pressage dans des toiles cerclées de bois ou d'autres matériaux.

I.4.5.4. Le salage

Réparti à l'intérieur ou sur la surface, le sel permet de maîtriser le développement de microorganismes spécifiques, afin d'orienter le caillé vers l'aspect et le goût final recherché.

I.4.5.5. L'affinage

C'est une période de maturation du fromage, il dure de plusieurs jours à quelques Mois. Le caillé se transforme en pâte, sous l'effet de la fermentation, le goût et l'odeur apparaissent. Les fromages font l'objet de soins manuels constants (retournement, brossages...). La température et l'humidité ont une grande influence sur la progression de l'affinage pour atteindre la saveur final

