

Chapitre III: Le Beurre



1.Définition

Le beurre est un produit laitier de type **émulsion d'eau dans de la matière grasse** d'origine exclusivement laitière obtenu après barattage et maturation de la crème du lait.

Le beurre doit contenir au moins **82%** de matière grasse d'origine butyrique, au maximum **16%** d'eau et pas plus de **2%** de matière sèche non grasse.

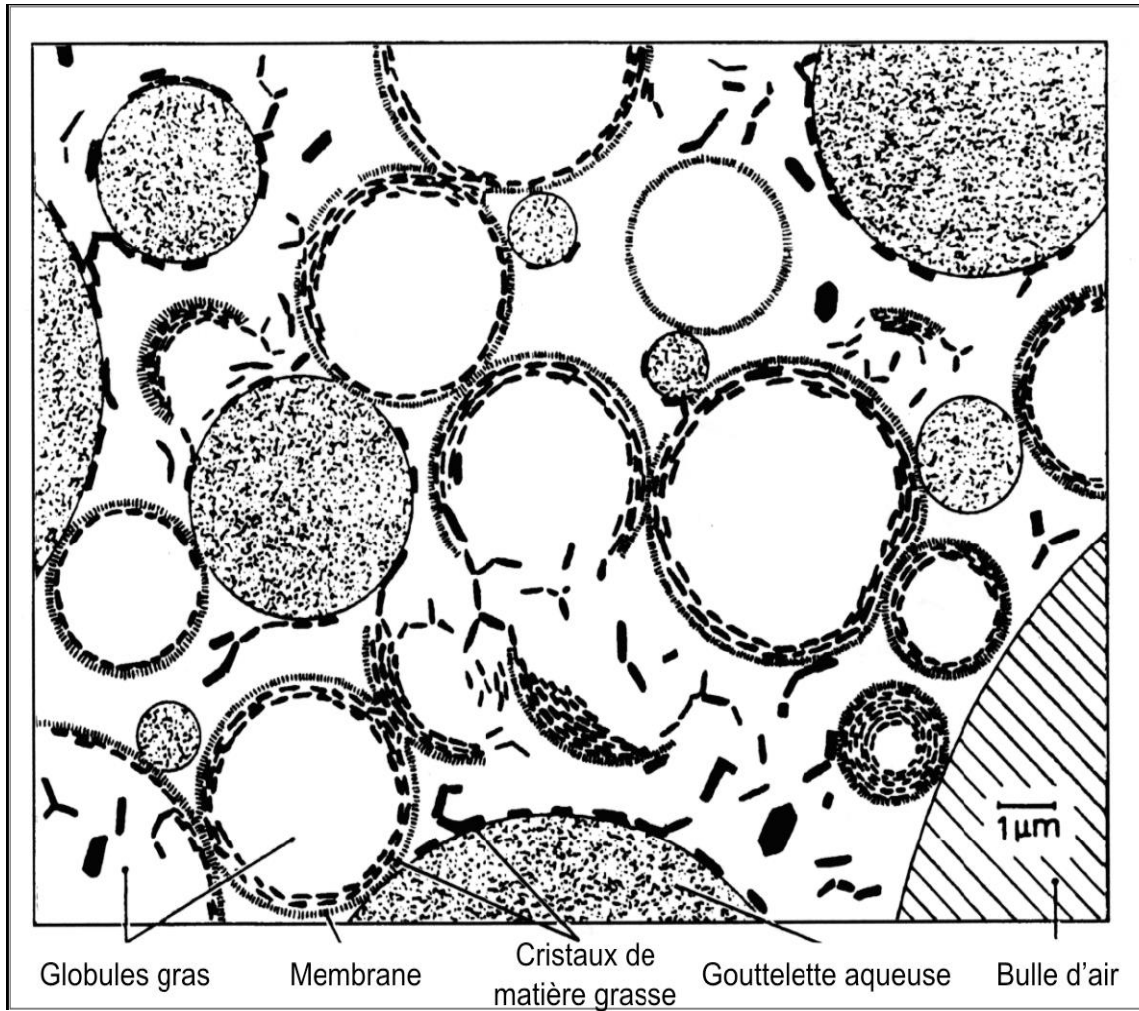
2.Composition

Le beurre est constitué essentiellement:

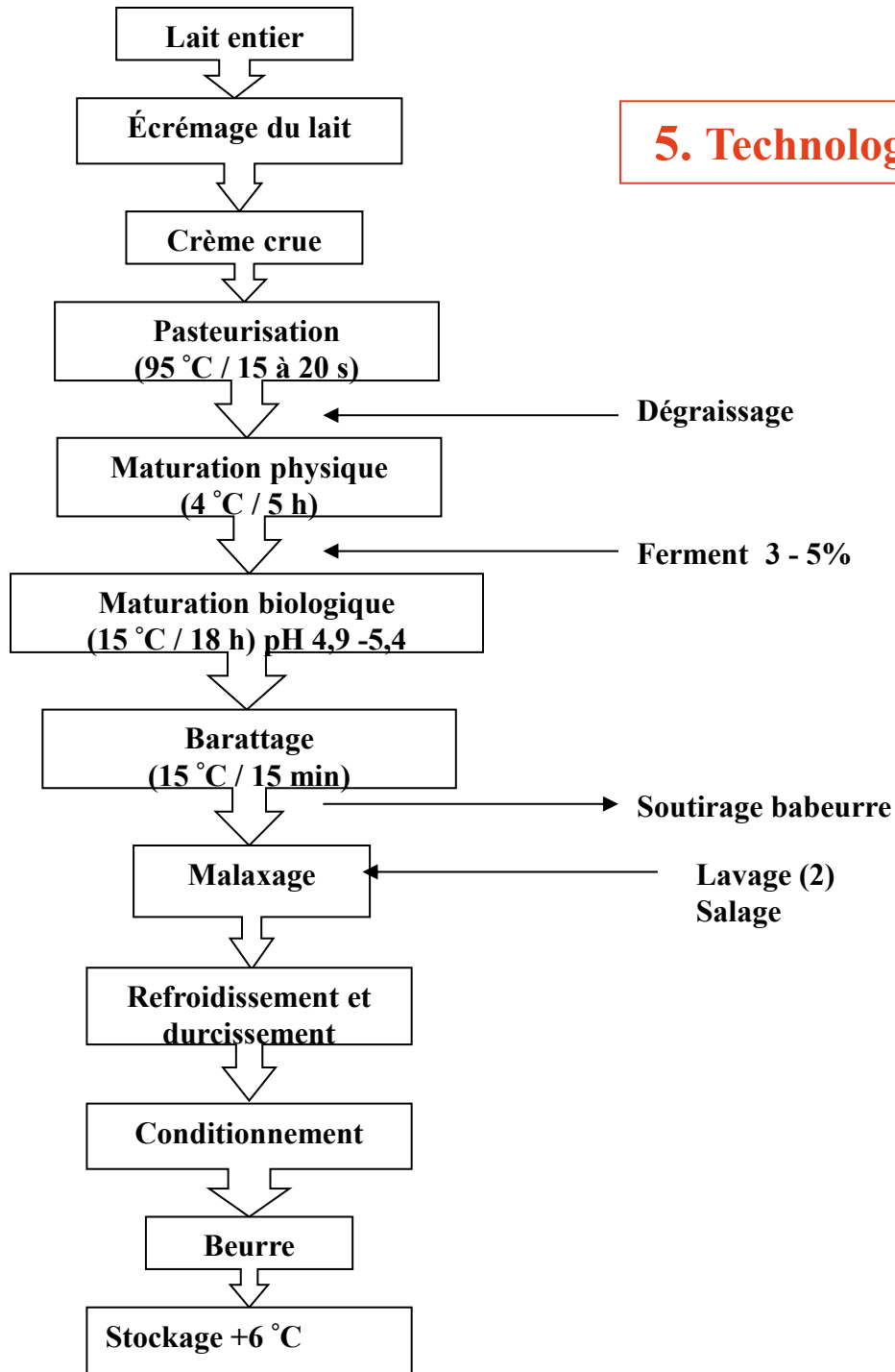
- De **la matière grasse du lait** (82%) au sein de laquelle sont réparties des **gouttelettes très fines** (1 à 5 microns) **de babeurre** diluées par l'eau de lavage.
- Cette phase aqueuse ne doit pas excéder 18% dont **16%** d'eau et **2%** de matières sèches non grasses (lactose, protéines, sels minéraux).

Composants	%	Détails et proportions
Phase grasse	82 (82 à 84)	Triglycérides (82%), phospholipides (0.2 à 1%), carotène (3 à 9mg/Kg), vitamine A (9 à 30 mg/Kg), vitamine D (0.002 à 0.04 mg/Kg), vitamine E (8 à 40 mg/Kg).
eau	≤16 (14 à 16)	
Extrait sec dégraissé	≤2 (0.4 à 1.8)	lactose (0.1 à 0.3%), acide lactique (0.15% beurre de crème acide), caséine (0.2 à 0.6%), α-lactalbumine (0.1 à 0.05 %), protéines membranaires, peptides, acides aminés (traces), citrates (0.02%), vitamines C (3mg/Kg), vitamine B ₂ (0.8mg/Kg).

3.Structure du beurre



5. Technologie de fabrication du beurre



1.Ecrémage du lait

- **Il a pour but la récupération de la crème, matière première du beurre;**
- **Le lait est écrémé dans une écrémeuse centrifugeuse (auparavant le lait est chauffé à 50 °C pour obtenir un meilleur rendement d'écémage);**
- **Cette opération permet la formation de deux phases, une phase lourde (la crème) et une phase légère, le lait écrémé ou petit lait;**
- **La crème fraîche obtenue contient 40 à 45 % de matière grasse (ce qui facilite le barattage);**

2. La préparation de la crème

- Dans la majorité des usines, le beurre est fabriqué à partir de crème pasteurisée qui va être l'objet d'une série de traitements destinés d'une part à assurer au PF:
 - Une certaine qualité bactériologique, physicochimique et organoleptique,
 - Transformer cette matière première dans les meilleures conditions technologiques et économiques.

2.1. La normalisation :

- Elle consiste à régler le taux de MG de la crème entre 35 et 40 % en fabrication traditionnelle et 40 à 45 % en fabrication continue.
- Elle est nécessaire lorsque l'on fait appel à des crèmes de diverses provenances dont les taux de MG sont variables, ce qui complique la conduite des machines en multipliant les changements de réglage.

2.2. La désacidification :

- Elle est rendue nécessaire lorsque l'on veut pasteuriser des crèmes de report dont l'acidité risque de poser des problèmes dans les appareils de chauffage
- Deux techniques sont envisageables et visent une acidité dans le non gras de 15 à 20 °D:

- **Le lavage de la crème :**
- **L'addition de neutralisants :**

3. La pasteurisation

- Elle se fait après l'écémage (limiter les risques d'altération de la matière grasse);
- Dans le cas de crèmes de bonne qualité, les T°pratiques se situent entre 90 à 95 °C/ 15 sec ; dans le cas contraire, on peut être amené à atteindre 105 à 110 °C afin de détruire les enzymes thermorésistants (lipases microbiennes, oxydoréductases).

Compte tenu de la faible conductibilité thermique de la crème, la surface d'échange est trois fois plus élevée que celle du pasteurisateur à lait. La pasteurisation de la crème entraîne:

- Une agglomération des globules gras de faible diamètre diminuant le temps de barattage(si le traitement thermique est trop intense, il peut y avoir éclatement de globules gras = pertes MG) ;
- Le démasquage des groupements sulfhydryls actifs de la β -lactoglobuline ayant un pouvoir antioxydants ;
- La formation de mercaptan, sulfure de diméthyl ou d'hydrogène sulfuré (mauvaise odeurs);
- La transformation des acides gras en acide β -cétoniques et méthylcétones ;
- La destruction des vitamines E et K (20 à 30 %) ;
- La fixation du cuivre sur la membrane des globules gras favorisant les phénomènes d'oxydation MG.

4. La maturation

Elle combine deux processus :

- **Maturation physique** qui assure une cristallisation appropriée de la matière grasse
- **Maturation biologique** qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme

a. La maturation physique

Après pasteurisation, la MG globulaire est sous forme liquide et la maturation physique aura pour conséquences de solidifier partiellement celle-ci en effectuant une cristallisation dirigée des triglycérides (**Avoir un bon rapport MGS/MGL**).

Elle consiste à une série de traitements thermiques ayant pour but:

- Établir un rapport optimal entre les composants solides et liquides de la MG pour obtenir une bonne inversion de phase au cours du barattage;
- Conférer au beurre une consistance correcte compte tenu de la variabilité de composition de la MG butyrique (Le taux optimal de **MGL** nécessaire pour réaliser l'inversion de phase est compatible avec une bonne consistance de beurre se situe **65-78% de MG totale**) ;
- Assurer des rendements convenables lors de la butyrication en limitant les pertes dans le babeurre ;
- Optimiser le débit d'utilisation des butyrateurs ;
- Abaisser le taux d'humidité de base du beurre pour permettre d'éventuelles réinjection.

Le maintien de la crème à une **T°5 à 6 °C / 2 h** aura pour avantage de:

- Diminuer les pertes en matière grasse dans le babeurre de l'ordre de 0,2 à 0,3 % ;
- Réduire le taux d'humidité de base du beurre.

La durée de la maturation physique conditionne les pertes en MG dans le babeurre si cette durée est < 12h, la perte est + élevée à cause d'une solidification moins importante de la MG,

Remarques

Un taux élevé en MGL risque de provoquer un barattage rapide et une perte en MG dans le babeurre;

Un taux trop faible de MGL se traduit par un barattage prolongé et une inversion de phase incomplète avec des pertes de MG insuffisamment aggloméré en petits granules

Texture du beurre en fonction des rapports entre la MGL et MGS

	MGL	MGS
Beurre mou	85 %	15 % (cristaux à haut point de fusion)
Beurre dur	55 %	45 % (cristaux à bas point de fusion)
Beurre avec bonne tartinabilité	65 à 78 %	22 à 35 %

b. La maturation biologique

Les objectifs:

- Développer dans le beurre un arôme marqué;
- Abaisser le pH pour assurer une protection biologique (20 à 40°D ; $4,7 < \text{pH} < 5,8$) ou (40- 60°D, $\text{pH} < 5,5$): cela permet de s'éloigner de la zone optimale d'activité des protéases et lipases thermorésistants avec une prédominance des lactiques;
- - Favoriser l'inversion de phase et la coalescence des globules gras par réduction de leur potentiel de surface aux faible pH.

Les souches les plus couramment utilisées:

- Lactococcus.lactis.ssp.lactis.biovar.diacetylactis* ;
- Lc.lactis.ssp.lactis* ;
- Lc.lactis.ssp cremoris* ;
- Leuconostoc citrovorum*
- *Ln.lactis*

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

- Dès le début de la maturation physique permettant d'atteindre des pH de 4,7 à 4,8
- Ou après cristallisation modérée (La maturation biologique, d'une durée d'environ 10 heure, peut donc s'effectuer pendant la maturation physique (durée comprise entre 16 et 18 heures).

Pour éviter la sur-acidification, la proportion de *Lc. diacetylactis* peut être augmenter qui tend à inhiber la croissance de *Lc.lactis* et *Lc. cremoris*.

Lorsque le pH atteint pH 5,6 à pH 5,8, la maturation est généralement ralentie par un refroidissement à 8 °C.

La crème est ensuite réchauffée à 10-13 °C avant passage au butyrateur afin de diminuer sa viscosité.

Les beurres acides ainsi fabriqués ont des pH de stockage qui variant entre pH 5,4 et pH 5,8.

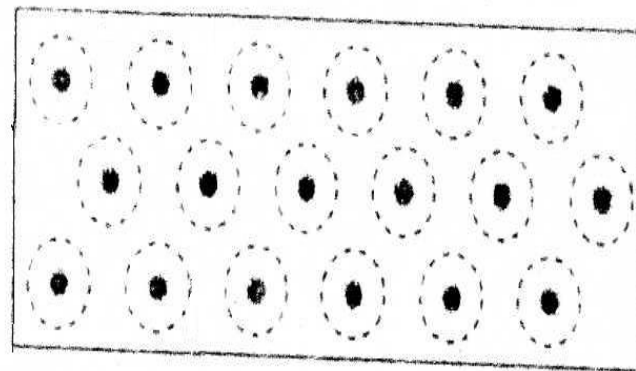
Remarque: La maturation biologique traditionnelle, correspondant à un minimum de 12 heures entre 9 et 15°C, est obligatoire pour les beurres AOC.

5. Le passage de la crème au beurre (inversion de phases)

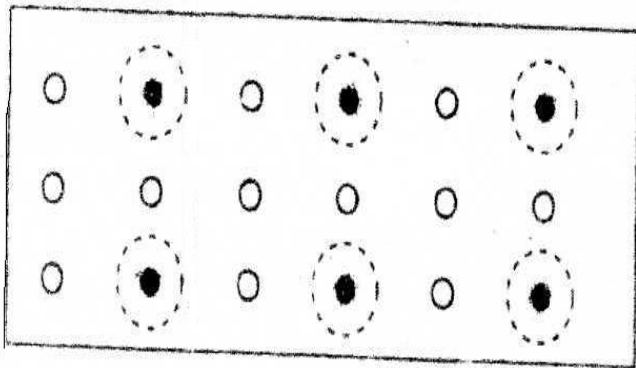
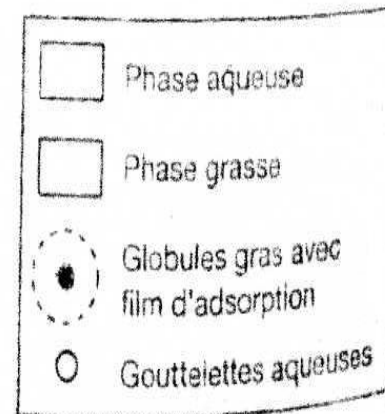
Il consiste à transformer la crème, **émulsion de MG essentiellement sous forme de globules gras (phase discontinue) dans une solution aqueuse, en beurre, émulsion de solution aqueuse dans de la MG.**

Au cours de l'opération, il y a agglomération des globules gras suivie d'une expulsion du non gras contenu dans la crème de départ, **le babeurre.**

Lors de cette phase, une % + ou- importante de GG est détruite, les membranes disparaissent et la libération de la matière grasse liquide interne qui devient hydrophobe (glycérides à bas point de fusion) permet d'assurer la liaison intime entre les globules gras intacts (rôle de ciment) et les gouttelettes aqueuses, ainsi la phase non grasse (babeurre) se sépare.



Lait, crème
(émulsion type
graisse dans l'eau)



Beurre
(émulsion type eau dans
graisse avec plus ou
moins de globules gras
intacts)

Fig. Inversion des phases au cours de la butyrication

Trois procédés sont utilisés pour réaliser cette inversion de phases:

Procédé par agglomération (en continu ou en discontinu)

La formation du beurre s'opère en trois étapes:

- **Solidification de la MG** de la zone externe des GG (TG à haut point de fusion);
- **Mise en contact des GG** qui peuvent perdre leur individualité (phénomène de coalescence) ;
- **Libération de la MG liquide interne** due à la rupture de la membrane des globules gras sous l'action conjuguée du froid, du pH et de l'agitation au cours du barattage.

La graisse libre joue le rôle de **ciment** et **soude** les GG entre eux pour former des **gains de beurre**, limitant ainsi les pertes de matière grasse dans le babeurre.

La T°de barattage sera plus élevée en Hiver qu'en Eté et diminue avec l'augmentation de la teneur en MG dans la crème. C'est la technique de barattage traditionnel (5 % de production).

6. Le lavage (Cas de fabrication en baratte)

Objectifs:

- Favoriser la **séparation** du babeurre intergranulaire,
- **Réduit le taux en non gras du beurre**, donc une meilleure conversion,
- **Régler la T° du grain** indépendamment de la **T° de barattage**,
- **Refroidir les grains** et leur donner une consistance + ferme, évitant leur gonflement.

Inconvénients:

- Nécessite une durée de **W + longue**, ce qui augmente le cycle d'occupation de la baratte,
- Peut causer **une pollution chimique ou microbiologique**, si l'eau utilisée est de qualité médiocre

Exigences du lavage:

- L'eau doit être **pure, peu chargée en métaux et stérile** pour ne pas communiquer de mauvais goûts au beurre et pour éviter les contamination par les germes d'altération,
- La **T°** de l'eau doit être **proche de celle des grains** de beurre,
- La qualité d'eau introduite dans la baratte est de **15 – 20%** de la quantité de la crème en **Hiver**, et de **30 -40 % en été**.

7. Le malaxage (Cas de fabrication en baratte)

C'est un traitement **mécanique**, du à l'action réciproque de **2 couches** de beurre frottant l'une sur l'autre par le biais d'une **vis d'Archimède**.

Buts:

- Transformer en une masse **homogène et cohérente** un ensemble de **granules** de beurre,
- Donner au beurre une **structure définitive**,
- **Régler l'humidité du beurre** par l'expulsion de l'eau excédentaire,
- Permet la **pulvérisation de la phase aqueuse** au sein de **la MG** ce qui assure une meilleure conservation microbiologique.

Exigences:

- Le malaxage doit **être modéré**, car s'il est trop poussé, donne un beurre mou et le goût huileux à la suite d'excès de la MG liquide,

8. Conditionnement

Le beurre produit est commercialisé sous conditionnement variable:

- **Micro- formats** : destinés aux restaurations individuelles ou collectives ;
- **Moyens formats** : La plaquette de 250 g domine avec près de 70 % du marché ;
- **Grands formats** : destinés essentiellement aux industries agroalimentaires.

La Présentation est également variable:

- Plaquettes parallélépipédiques ;
- Pain moulé ou pain fermier ;
- Bûche.

Les emballages utilisés pour le conditionnement:

- Le papier sulfurisé ingraissable (**pain moulé : image d'un produit naturel**) ;
- Le complexe aluminium/cire/papier ingraissable (**le plus largement utilisé**) ;
- La barquette plastique thermoformée (**polystyrène, polypropylène : pour les beurres de haut gamme**) ;
- Le pot carton paraffiné (**en voie de disparition**) ;
- La boîte métallique (**réservée à l'exportation**) ;
- Le panier bois ou récipient de porcelaine (**pour les beurres de luxe et ceux destinés aux grands restaurants**) ;
- Le carton avec film polyéthylène (pour les beurres pâtisseries), ou feuille de papier sulfurisé (**pour les beurres destinés aux industries agroalimentaires**).

9. Étiquetage et stockage

Les indications sur l'emballage:

- **Dénomination de vente beurre: ex. beurre laitier et b. pasteurisé ;**
- **Nom ou raison sociale et adresse de la personne physique ou morale responsable soit de la fabrication, soit du conditionnement, soit de la commercialisation;**
- **Poids net ;**
- **Additifs utilisés et autorisés ;**
- **Date de conditionnement en caractères perforés visibles sans ouvertures des conditionnements ;**
- **Identification du conditionneur.**

Remarque:

- **Les beurres importés: ils doivent obligatoirement porter l'indication du pays d'origine ou éventuellement la mention « beurre d'importation ».**
- **L'indication de poids ne peut être portée qu'en unités de mesures légales (kg et g).**

10. Stockage

- **Le beurre se conserve en chambre froide à + 6 °C.**
- **La chaîne du froid doit être maintenue jusqu'à la vente au consommateur final**

Défauts et altérations du beurre

Défauts d'aspect externe

- Remarquables par les colorations diverses présentes en surface du produit;
- Causes:
 - Une dessiccation superficielles
 - Développements de bactéries, levures ou moisissures.

Défauts à la coupe

- Remarquable par la présence d'alvéoles d'air ou par des anomalies de colorations.
- Défauts usuels:
 - Points jaunes (**matière grasse déstabilisée**) ;
 - Points blancs (**particules de caséine floculées**) ;
 - Marbrunes (**répartition d'eau irrégulière: ex. B. salés**).

Défauts de structure

- Mauvaise répartition de l'eau (**malaxage défectueux**) ;
- Huilage (**excès de matière grasse liquide**) ;
- Beurre sableux (**cristallisation trop lente**) ;
- Feuilletage (**teneur en air, « fatigue mécanique » du beurre**).

Défauts de consistance

- Beurre dur et cassant (**solidification de la matière grasse trop poussée**) ;
- Beurre mou (**excès de MG à bas point de fusion ou degré de solidification insuffisant**).

Défauts de flaveur

- Le goût cuit : T° et durée de traitement thermique des crèmes ;
- Le goût acide : types de levains, technique de lavage et de malaxage ;
- Le goût de fromage : problèmes de l'âge de la crème avant traitement ;
- Le goût de levure : altération d'origine microbienne ;
- Le goût de yaourt : teneur excessive en acétaldéhyde (produit en majorité par *Lc. diacetylactis*) ;
- Le goût métallique : oxydation de la MG (pH trop bas, excès d'ions Fer et cuivre).

Altération du beurre

La lipolyse

- C'est une réaction biochimique qui se traduit par l'**hydrolyse enzymatique des liaisons esters des glycérides**, provoquant l'apparition **AGL** notamment responsables du **goût de rance**.
- L'**origine** est la prolifération des **μ.O psychrotrophes** et surtout de la présence de leurs enzymes lipolytiques et protéolytiques thermorésistantes.
- Ce phénomène est amplifié par les **altérations mécaniques des GG** lors de la collecte à la ferme et du transport à l'usine.

L'oxydation

- Une réaction biochimique qui se déroule lors du **stockage des beurres**,
- Entraîne la formation de **peroxydes** dont la dégradation libère des **aldéhydes et cétones** générateurs de goût de suif.
- **Ce défaut est accentué par:**
 - pH trop bas** (maturation biologique excessive) ;
 - Présence de catalyseurs métalliques** (fer et cuivre,...) ;
 - Exposition prolongée à la lumière** ;
 - Contact air- produit** (herméticité de l'emballage) ;
 - Teneur en diacétyl**
 - La T°**