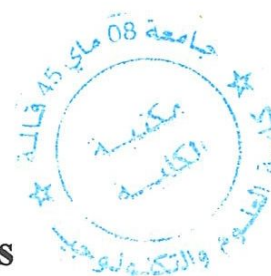


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie des Procédés



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
2^{ème} Année Master

***Contrôle des propriétés Physico-chimiques et
Bactériologiques des produits laitiers (LPC, LC et L'BEN)
Au niveau de la laiterie SAFIA***

Filière : Génie des Procédés
Spécialité: Matériaux et Génie des Procédés: Génie Chimique

Présenté par :
Lamouri Latifa

Sous la direction de :
M^{me} Merabet Nora

Juin 2012

Remerciement



Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

J'ai l'honneur et le plaisir de présenter ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon encadreur M^{me} Merabet Nora, pour sa précieuse aide, ces orientations et le temps qu'elle m'a accordé.

Je remercie profondément tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant les cinq années.

Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à :

Mr Karim Bel Abidi le directeur de l'entreprise SAFJA de m'avoir ouvert les portes de son entreprise et d'avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires pour la réalisation de mon travail.

Tous les responsables et le personnel pour leurs entières disponibilités et coopérations.

Un très grand merci, à l'ensemble du personnel du laboratoire et tous les employés de SAFJA, en particulier M^{me} Naima et M^{me} Hayat pour leurs aides, leurs conseils et pour leurs complicités.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de mon mémoire.

Lamourri latifa

Dédicace

Je dédie ce travail, avant tout, à « vous » mes très chers parents, merci d'être là pour moi.

A ma Grand-Mère maternelle que j'estime beaucoup.

A mes très chers oncles : Messbahe et son épouse: Chahra et sa petite famille : Hani, Assile, Ichraf.

A mes très chères tantes et leurs familles sans exception.

Ame très chères oncles et leurs familles sans exception.

A mes très chères frères : Manssore, Ali, et ma sœur : Wided.

Amon adorable frère : walide et son épouse Iméne.

A toute ma grande famille sans exception, oncles, cousins et cousines ...etc.

A mes chers amies : Nassima, Moufida, Afaf, Samira, Sara, samia et surtout : khoulu, Mona, Hayzaya, Tofuhu.

A toute la promotion de génie des procédés 2011-2012.

LASJA

Liste des Tableaux :

Tableau I.1 : Différents groupes d'aliments destinés à la conservation.....	6
Tableau I.2 : Gamme d'irradiation (kGy) pour différents denrées alimentaires.....	9
Tableau II.1: Composition d'un 100g de lait (Goursand, 1985).....	16
Tableau II.2: Les dérivés azotés du lait	18
Tableau II.3 : Composition de la matière saline (en g par litre de lait).....	19
Tableau II.4 : Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	20
Tableau II.5 : Acidité naturelle du lait : apport des différents constituants.....	22
Tableau II.6 : Flore indigène du lait cru.....	25
Tableau II.7 : Composition des laits de diverses sources.....	29
Tableau II.8: Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre).	30
Tableau III.1: Paramètres de définition d'une poudre de lait.....	34
Tableau III.2 : Les propriétés Physicochimiques et Microbiologiques du lait réceptionné Par SAFIA.	39
Tableau IV.1: Résultats d'Analyse Physico-Chimiques du LPC.....	51
Tableau IV.2 : Résultats d'Analyse Physico-Chimiques du LC.....	52
Tableau IV.3: Contrôle de PH et acidité de l'Ben avant et après la fermentation.	54
Tableau IV.4 : Résultats d'Analyses Bactériologiques du (LPC).....	55
Tableau IV.5 : Résultats d'Analyses Bactériologiques du (LC).....	55
Tableau IV.6 : Résultats d'Analyse Bactériologique de l'Eau Adoucie et des l'Eau après Ultra-Violet.	56

Liste des Figures :

Figure II.1 : Composition chimique globale du lait (en g /l de lait).....	15
Figure II.2 : Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait. (lctosérum)	16
Figure II.3: Composition de la matière grasse du lait. Taille : 0,1 à 20 μm (Taille Moyenne 3à4 μm)	18
Figure II.4 : Les transformations chimiques (l'hydrolyse, brunissement..... non enzymatique et fermentation du lactose).	23
Figure II.5: L'acidité naturelle, l'acidité développée et l'acidité titrable du lait.....	23
Figure II.6 : diagramme de fabrication du lait pasteurisé.....	27
Figure III.1 : Diagramme des technologies de production..... du lait prêt à la consommation.	33
Figure III.2 : Le Triblinder.....	34
Figure III.3 : pasteurisation à plaque.....	36
Figure III.4 : tanks de stockage.....	36
Figure III.5 : conditionneuse semi-atomique.....	37
Figure III.6 : différentes étapes de fabrication du lait pasteurisé et..... reconstitué (conditionné) par SAFIA.	38
Figure III.7 : les cuves de réception.....	40
Figure III.8 : schéma de fabrication du lait cru conditionner par SAFIA.....	40
Figure III.9 : schéma de fabrication de l'ben par SAFIA.....	41

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Industries Alimentaires	–
I.1.Introduction	3
I.2.Nouvelles technologies alimentaires	3
I.2.1.Introduction.....	3
I.2.2.Buts de la technologie moderne	3
I.2.3.Principaux exemples d'applications des nouvelles technologies alimentaires.....	3
I.2.3.1.Extrusion	3
I.2.3.2.Aliments fonctionnels ou « alicaments »	4
I.2.3.3. OGM (organismes génétiquement modifiés).....	4
I.2.4.Réglementation	4
I.3.Conservation des aliments	5
I.3.1 Introduction	5
I.3. 2.Procédés utilisant la chaleur	5
I.3.2.1.Pasteurisation	5
I.3.2.2.Stérilisation	7
I.3.3.Procédés utilisant le froid	7
I.3.3.1.Réfrigération	7
I.3.3.2.Congélation	8
I.3.4. Déshydratation	8
I.3.5.Ionisation	10
I.3.6.Conservation sous vide	10
I.3.7.Conservation sous atmosphère modifiée	10
I.4.Emballage des aliments	10
I.4.1.Introduction	10
I.4.2. Rôles de l'emballage	10
I.4.3. Différentes matériaux d'emballage	11
I.4.3.1. Verre	11
I.4.3.2. Matériaux métalliques	11
I.4.3.3. Plastiques	12
I.4.3.4. Matériaux cellulosiques.....	12
I.4.4. Différents emballages	13

Chapitre II : le lait : composition et caractéristique	-
II.1.Historique.....	14
II.2.Définition.....	14
II.3.Composition globale du lait	14
II.3.1. Eau (87.5%).....	17
II.3.2. Composition de la matière sèche (13.0%).....	17
II.3.2.1. Glucides (4.9 %)	17
II.3.2.2. Matière grasse du lait (3.9%).....	18
II.3.2.3. Matière azotée (3.4 %)	18
II.3.2.4. Matières salines (minérales 0.8%).....	19
II.3.2.5.Biocatalyseurs (<i>traces</i>).....	19
II.3.3. Gaz dissous (5 % en volume).....	20
II.4. Caractéristiques du lait.....	20
II.4.1. Caractéristiques physico-chimiques.....	20
II.4.1.1. Densité.....	20
II.4.1.2. Viscosité	21
II.4.1.3. Point de congélation	21
II.4.1.4. Point d'ébullition	22
II.4.1.5. Acidité	22
II.4.1.6.Acidité titrable.....	23
II.4.2. Caractéristiques microbiologiques	24
II.4.2.1. Introduction	24
II.4.2.2. Microbiologie du lait	24
1. Flore indigène ou originelle	25
2 .Flore Contaminante	25
3. Flore d'altération	25
4. Flore pathogène	25
II.5. Différents types du lait	25
II.5.1. Selon la teneur en matière grasses	25
II.5.2. Selon le traitement thermique.....	26
II.5.2.1. Lait cru	26

II.5.2.2. Lait pasteurisé	26
II.5.2.3. Lait stérilisé	27
II.5.2.4. Lait stérilisé UHT (ultra haute température)	27
II.5.2.5. Lait concentré	27
II.5.2.6. Lait en poudre ou lait sec	27
II.5.2.7. Laits fermentés	28
II.5.2.8. Laits infantiles	28
II.5.2.9. Lait aromatisé	28
II.5.3. Selon la source du lait.....	28
II.6. Classement du lait	30
II.6.1. Qualités Organoleptiques	30
II.6.1.1. La Couleur	30
II.6.1.2. L'Odeur	30
II.6.1.3. La Saveur.....	30
II.7. La place de lait dans l'alimentation.....	31
II.8. La valeur nutritionnelle du lait	31
Chapitre III : matériels et méthodes	
III.1. Matériels et méthodes	32
III.1.1. Matériels.....	32
III.1.1.1. Appareillage utilisé au laboratoire de L'unité SAFIA	32
III.1.1.2. Petit matériel	32
III.1.1.3. Produits chimiques, réactifs et matériel biologique	32
III.1.2. Méthodes	32
III.1.2.1. Technologie de la production du lait prêt de consommation	32
III.1.3. Etapes de fabrication du lait <i>SAFIA</i>	33
III.1.3.1. lait pasteurisé conditionné	33
1. Reconstitution	33
2. Stockage	35
3. Homogénéisation	35
4. Filtration	35
5. Pasteurisation.....	35
6. Stockage tampon (la réfrigération)	36

7. conditionnement	36
8. La distribution	37
III.1.3.2.lait cru pasteuriser	39
1. La réception	39
III.1.3.3.L'ben	41
1. Définition	41
2. préparation du l'ben.....	41
III.2. Nettoyage et désinfection	42
III.2.1. Le nettoyage en place NEP	42
III.2.2. Nettoyage des locaux	43
III.3. Tests physicochimiques.....	43
III.3.1. Détermination de la densité et température	43
III.3.2. Détermination de l'acidité	43
III.3.2.1.Acidité ionique	43
III.3.2.2. Acidité titrable	44
III.3.3. Détermination de la matière grasse (méthode acido-métrique de GERBER) ...	44
III.3.4. Détermination de la matière sèche totale	45
III.3.5. Détermination de la matière sèche dégraissée	45
III.3.6. Détermination de l'extrait sec total (EST).....	45
III.4. Tests microbiologiques	46
III.4.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	46
III.4.2. Dénombrement des coliformes totaux	47
III.4.3. Test rapide du lait avec le bleu de méthylène	47
III.5. Traitement des eaux	48
III.5.1. Teste de chlorure libre d'eau	49
III.5.2. analysé de la stérilisation de l'eau	49
Chapitre IV : résultats et discussion.....	—
IV.1.Introduction	50
IV.2.Contrôle des caractéristiques physico-chimiques du (LPC et LC)	50
IV.2.1.Résultats	51
IV.2.2.Discussion	52

IV.2.2.1.Couleur, Saveur et Odeur	52
IV.2.2.2.PH	52
IV.2.2.3.Acidité titrable.....	52
IV.2.2.4.Teneur en matière grasse	53
IV.2.2.5.Densité	53
IV.2.2.6.Test de virage de bleu de méthylène	53
IV.3.L'ben	53
IV.3.1.Résultats	54
IV.3.2.Discussion.....	54
IV.4.Contrôle des caractéristiques bactériologies du (LPC) et (LC)	54
IV.4.1.Résultats	55
IV.4.2.Discussion	56
IV.4.2.2.Germes aérobies	56
IV.4.2.2.Coliformes fécaux	56
IV.4.2.3.Staphylococciques	56
IV.5.Stérilisation d'eau	56
IV.5.1.Résultats	56
IV.5.2.Discision.....	56
CONCLUSION.....	57
ANNEXES.....	58
BIBLIOGRAPHIE	-

Introduction générale :

Le lait, la nourriture terrestre, la nourriture exclusive du nouveau né et des jeunes mammifères, est un produit primaire qui est récolté et utilisé par l'industrie laitière de la transformation.

Le lait est consommé largement dans le monde, il est considéré comme aliment entier, par ce qu'il contient tous les éléments nécessaires pour la croissance (protéines, sels minéraux, vitamines), en outre le lait est un aliment énergétique par ce qu'il contient les lipides et les glucides.

Le lait donc ; est un compagnon indispensable d'une alimentation équilibrée.

Mais le lait n'a pas seulement un intérêt alimentaire, il occupe une place centrale dans l'imaginaire des algériens. Ce n'est d'ailleurs pas par hasard qu'il est offert comme signe de bienvenue, traduisant, ainsi par l'acte, notre tradition d'hospitalité.

Avec une consommation annuelle estimée à peu près de 3 milliards de litres, l'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb. Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens puisqu'il apporte la plus grosse part de protéines d'origine animale. Acteur clé de l'industrie agroalimentaire, la filière lait connaît une croissance annuelle de 8%. Avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait.

Aujourd'hui, la mise en œuvre d'une stratégie pour développer la filière lait, est un majeur Soussi national pour lutter contre ce problème.

Afin de rapprocher plus à la production laitière, nous avons effectué un stage pratique au niveau de L'unité **SAFIA** qui se situe à la commune d'El Fedjouj (Wilaya de Guelma).

Notre stage avait pour but de :

- Suivre les différentes étapes de fabrication du lait pasteurisé conditionné, du lait reconstitué conditionné; et le l'ben.
- Contrôler les propriétés physicochimiques du lait cru et fabriqué;
- Contrôler les propriétés biologiques du lait cru et fabriqué ;
- Avoir une idée sur le système de nettoyage et de désinfection de l'unité;
- Suivre le processus de désinfection et d'adoucisement de l'eau utilisée dans la chaîne de fabrication;

La laiterie **SAFIA** est une unité de production du lait pasteurisé. Cette unité a commencé de produire du lait en Aout 2008 avec un effectif de 78 ouvriers et trois ingénieurs biologistes qui sont responsables des traitements physico- chimiques et bactériologiques.

La laiterie est divisée en deux zones : zone d'administration et zone de production, dans la première on trouve le personnel qui gère la laiterie et s'occupe de la gestion. Alors que la deuxième est responsable de la production et la vérification du lait ; la zone de production est constituée de : chambre de poudrage, chambre de pasteurisation et une salle de conditionnement.

Le présent travail est divisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre :

- Renferme des généralités sur les nouvelles technologies alimentaires et les procédés de conservation et d'emballage des aliments.

Le deuxième chapitre :

- Regroupe la composition, les caractéristiques physico-chimiques et microbiologie du lait ainsi que :
- Les différents traitements appliqués sur le lait dans l'industrie.

Le troisième chapitre :

- Consacré aux méthodes et aux matériels utilisés lors de la réalisation de notre travail.

Le quatrième chapitre :

- Regroupe les résultats d'analyses physico-chimie et bactériologiques réalisées au cours de ce travail qui est achevé par une conclusion générale.

CHAPITRE I

L'industrie Alimentaire

I.1.Introduction :

La chimie alimentaire est l'étude de la composition chimique des denrées alimentaires et l'interaction de ces composants entre eux et avec le milieu extérieur. Elle s'intéresse aux composants principaux comme les hydrates de carbone, les lipides, et les protéines, aux différents secteurs comme l'eau, vitamines, minéraux, enzymes, additifs et auxiliaires technologiques.

La chimie alimentaire s'intéresse également à l'étude des réactions chimiques qui interviennent durant toutes les étapes impliquées dans la préparation des denrées alimentaires, du champ jusqu'au consommateur.

L'industrie alimentaire se caractérise par :

- Une grande diversité de produits destinés essentiellement à la consommation,
- L'utilisation de technologies avancées pour la transformation et la conservation des produits,
- La mise en œuvre de méthodes et procédés visant à établir une sécurité alimentaire toujours plus grande. [1,2]

I.2.Nouvelles technologies alimentaires :**I.2.1.Introduction :**

Aujourd'hui, la nourriture est perçue comme un phénomène sensoriel et socioculturel. Autant que de procurer du plaisir, nous attendons maintenant de l'alimentation qu'elle puisse améliorer notre santé et notre bien être.

Par ailleurs, nombre d'entre nous souhaitent une alimentation rapide et pratique à préparer tout en restant saine et savoureuse.

De nouvelles technologies se sont donc progressivement développées afin de satisfaire la demande des consommateurs.

I.2.2.Buts de la technologie moderne :

La technologie vise à produire des denrées à la fois pratiques à consommer, à conserver et nutritives tout en préservant l'environnement. Tous les éléments de la chaîne alimentaire sont ainsi sollicités à savoir : la recherche, le conditionnement, le transport et la distribution. La biotechnologie contribue donc à l'amélioration de la qualité et de la sécurité ainsi qu'à l'innovation.

I.2.3.Principaux exemples d'applications des nouvelles technologies alimentaires :**I.2.3.1.Extrusion :**

Cette méthode consiste à condenser des aliments pour en faire une masse semi-solide qu'on fait ensuite passer à travers une petite ouverture afin de varier les textures, les formes et les couleurs de l'alimentation de base.

Cette technique a donc permis de mettre sur le marché des denrées présentant de nouvelles formes et de nouvelles couleurs tels que des **snacks**, des céréales pour petit-déjeuner, des confiseries et même certains aliments pour animaux.

I.2.3.2. Aliments fonctionnels ou « alicaments » :

Ce sont des aliments qui contiennent des ingrédients qui présentent des qualités physiologiques supplémentaires par rapport à leur valeur nutritive de base.

_ Les laits fermentés avec certaines souches bactériennes spécifiques qui exerceraient des bienfaits sur les intestins ;

_ Les margarines ou substituts du beurre qui auraient un effet sur la cholestérolémie ;

_ Les huiles de poisson sans cholestérol ;

_ Le pain enrichi en oméga 3 ;

_ Les huiles ayant une composition en acides gras contrôlée avec une augmentation des acides gras insaturés, une diminution des acides gras saturés sans hydrogénation des graisses et sans formation d'acides gras trans.

I.2.3.3. OGM (organismes génétiquement modifiés) :

Le but des OGM est d'obtenir des variétés de plantes plus aptes à lutter contre les agressions de l'environnement telles que les maladies ou herbicides.

Grace à des techniques de plus en plus sophistiquées, la recherche se tournera également vers des plantes modifiées pour leurs qualités nutritives et leur action bénéfique sur la santé. Il sera alors possible d'ajouter aux aliments traditionnels des caractéristiques spécifiques répondant à des besoins particuliers.

I.2.4. Réglementation :

Les denrées alimentaires issues des biotechnologies sont régies par le règlement sur les nouveaux aliments et ingrédients alimentaires et de la directive 90/220 sur les organismes génétiquement modifiés. [3]

La biotechnologie moderne possède donc une capacité d'amélioration de la qualité de nos aliments si nécessaire : goût, saveur, caractéristiques nutritionnelles, préservation de l'environnement par réduction des substances chimiques et finalement possibilité d'offrir moindre coût des produits plus surs.

Dans le but d'avoir :

- Des aliments plus riches en vitamines, en minéraux et en protéines ou contenant moins d'acides gras saturés qui permettront une meilleure hygiène alimentaire ;
- Des fruits et des légumes qui se conservent mieux ;
- Des cultures capables de résister aux bactéries et aux virus et de se défendre sans traitement chimique contre les attaques d'insectes ;
- Des cultures offrant une meilleure tolérance aux herbicides.

Ces avantages permettront donc de produire des aliments de meilleure qualité et moins chers dont pourront bénéficier plus de populations à travers le monde.

I.3. Conservation des aliments :

I.3.1. Introduction :

Les procédés de conservation des aliments ont pour but de maîtriser l'évolution des réactions de détérioration de leurs qualités sanitaires, organoleptiques, fonctionnelles et nutritionnelles.

Selon les procédés utilisés, ils permettent :

- ❖ Une conservation à température ambiante en assurant une destruction des Micro-organismes et des enzymes présents dans ces aliments responsables de leur altération. Ce sera le cas de la stérilisation, de l'appertisation et de l'irradiation.
- ❖ Une stabilisation en assurant un blocage ou un ralentissement du développement microbien. Les aliments ainsi traités devront donc être conservés au froid (dans le cas de la pasteurisation, la réfrigération, la congélation, la conservation en atmosphère contrôlée, le sous vide, et l'irradiation) ou en milieu sec pour la déshydratation et la lyophilisation.

Les différents groupes d'aliments destinés à la conservation sont portés dans (**tableau I.1**).

I.3. 2. Procédés utilisant la chaleur :

I.3.2.1. Pasteurisation :

La pasteurisation à des températures inférieures à 100°C. Elle permet ainsi la destruction de la totalité des micro-organismes thermosensibles à savoir :

- Les formes végétatives des micro-organismes pathogènes ;
- Les micro-organismes responsables de certaines altérations ;
- Les moisissures ;
- Les levures ;
- Les bactéries gram négatif.

Tableau : I.1 Différents groupes d'aliments destinés à la conservation

Groupe rouge	<ul style="list-style-type: none"> _ les viandes _ les volailles _ les abats _ Les produits de la pêche _ les œufs _ les charcuteries
Groupe vert: les fruits et les légumes	<ul style="list-style-type: none"> _ les légumes et les fruits frais _ les fruits et raines oléagineuses _ Les fruits secs
Groupe brun : le pain, ses dérivés Et les féculents	<ul style="list-style-type: none"> _ les pains (blanc, complet, de seigle...) _ Les biscottes et pains grillés _ les produits de pâtisserie et de viennoiserie _ les céréales pour petit- déjeuner _ le riz _ Le maïs _ Les pates alimentaires _ la semoule _ les légumes secs (lentilles, pois chiches, haricots secs...) _ les pommes de terre _ les fruits amylacés (châtaigne et marron) _ les autres céréales (sorgho, mil, seigle, quinoa...)
Groupe bleu : le lait et les produits laitiers	<ul style="list-style-type: none"> _ le lait _ les fromages affinés _ les laitages (yaourts, fromages blancs, petits suisses, faisselles) _ les desserts lactée frais
Groupe jaune : les matières grasses	<ul style="list-style-type: none"> _ le beurre _ L'huile _ La margarine _ la crème fraîche
Groupe gris : les boissons	<ul style="list-style-type: none"> _ l'eau _ les boissons toniques (café et thé) _ les jus de fruits et boissons rafraîchissantes sans alcool _ les boissons alcoolisées
Groupe rose : les produits sucrés	<ul style="list-style-type: none"> _ le sucre _ le chocolat _ la confiture, la marmelade, la gelée _ les produits glacés _ Le miel _ Les confiseries

Cependant, elle n'exerce pas d'effet sur les micro-organismes thermorésistants.

La conservation des produits pasteurisés devra donc se faire par réfrigération ou congélation et ils bénéficient alors d'une **date limite de consommation (DLC)**.

Les couples « temps-température » utilisés lors de ce procédé varient suivant les aliments traités : les plus utilisés sont les couples **30Sec/65°C** et **20Sec/72°C**.

Tous deux aboutissent, quant à leurs effets sur les micro-organismes, aux mêmes résultats mais ils seront adaptés en fonction de chaque aliment. Par exemple, lors de la pasteurisation du lait on utilise le deuxième couple car il préserve bien ses qualités organoleptiques.

1.3.2.2. Stérilisation :

La stérilisation permet l'élimination de tous les micro-organismes pathogènes y compris les formes sporulés et de la plupart des autres germes susceptibles de contaminer le produit alimentaire.

Les aliments stérilisés se conservent donc à température ambiante tant que le récipient n'a pas été ouvert et bénéficient d'une **date limite d'utilisation optimale (DLUO)**.

Les deux techniques de stérilisation les plus couramment utilisées sont :

- ❖ *La stérilisation à très haute température (140°C)* réalisée un temps très court (quelques secondes) appelée **UHT (Ultra Haute Température)**. Ce type de stérilisation est notamment utilisé lors de la conservation du lait ;
- ❖ *La stérilisation des conserves* appelée **appertisation** qui correspond au conditionnement d'aliments dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes associés au traitement par la chaleur (**supérieur à 100°C**).

1.3.3. Procédés utilisant le froid :

1.3.3.1. Réfrigération :

- La réfrigération correspond à une conservation par le froid positif pendant Une durée limitée : pour être efficace. La température doit ainsi être comprise Entre **0°C** et **+4°C**
- Le développement des germes mésophiles (donc la plupart des micro-organismes pathogènes) sont inhibés et seuls les micro-organismes cryophiles sont capables de se développer à savoir :
 - Les bactéries pathogènes *Listeria monocytogène*, *Yersinia enterocolitica* et le clostridie botulique type E ;
 - Les bactéries d'altération *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*.

I.3.3.2. Congélation :

La congélation est un procédé de conservation de longue durée car elle inhibe à la fois l'altération enzymatique et le développement microbien. Elle a généralement lieu à **-18°C** et provoque :

- Un blocage de la multiplication des micro-organismes cryophiles et mésophiles ;
- Une destruction des parasites et de leurs kystes (par exemple : les cysticerques des ténias sont détruits à **-10°C** pendant **10 jours**) ;
- Un arrêt de l'activité des enzymes sauf celles lipases (stoppées seulement à la température de **-25°C**) et de certaines enzymes présentes dans les végétaux (ascorbate oxydases, chlorophyllases, peroxydases, phénoloxydases).

Il existe deux types de congélation :

- ❖ **La congélation lente** qui entraîne au niveau des tissus une cristallisation progressive ne touchant que l'eau extracellulaire. Elle est ainsi responsable de la formation de cristaux de glace peut entraîner des lésions au niveau de l'aliment. Il en résulte, lors de la décongélation, des modifications de leur texture et de leur capacité de rétention d'eau.
- ❖ **La congélation rapide** ou surgélation au cours de laquelle l'eau se cristallise aussi bien au niveau extracellulaire qu'intracellulaire; les cristaux ainsi formés sont alors petits et nombreux ce qui préserve mieux la structure du produits. Lors de la décongélation, les aliments conservent ainsi leur texture initiale et perdent moins d'eau.

I.3.4. Déshydratation :

La concentration, le séchage et la lyophilisation sont des techniques de déshydratation qui ont pour but d'éliminer partiellement ou en quasi-totalité l'eau des aliments cela permet alors d'abaisser l'activité de l'eau (Aw) des aliments sachant, qu'en dessous d'une Aw de 0,6, toute multiplication microbienne est impossible.

Très souvent, l'élimination partielle de l'eau est associée avec une teneur élevée en sel ou en sucre permettant d'abaisser plus facilement l'Aw. C'est le cas, par exemple, des fruits secs (qui contiennent moins de **30%** d'eau et près de **70%** de sucre leur conférant ainsi une Aw de **0,6** environ).

De plus, l'élimination quasi totale de l'eau permet une conservation encore plus longue. Ainsi, les produits très déshydratés contiennent au maximum **5%** d'eau : C'est le cas, par exemple, du lait en poudre dont l'Aw est de **0,2** plusieurs procédés permettent la déshydratation :

- **Le séchage par de l'air chaud ;**

- **Le séchage sous vide ;**
- **La lyophilisation : cette méthode consiste à congeler l'aliment (-50°C) puis à le chauffer dans une enceinte à pression réduite. L'eau passe ainsi directement de l'état solide à l'état vapeur (sublimation).**

I.3.5. Ionisation :

Le traitement ionisant des aliments est un procédé qui a pour but de les assainir et/ou d'augmenter leur durée de conservation. Il n'est pas appelé à remplacer les traitements actuels mais doit être considéré comme complémentaire des méthodes classiques telles que la réfrigération ou la cuisson.

Ce traitement consiste à soumettre les aliments :

- Soit à un rayonnement gamma ;
- Soit à des rayons X ;
- Soit à un faisceau d'électrons accélérés.

En 1980, après étude, l'OMS est arrivé à la conclusion que l'irradiation des denrées alimentaires jusqu'à une dose moyenne de 10 kGy n'entraînait aucun risque toxicologique. Cette dose de 10 kGy maximal a donc été retenue lors du traitement des aliments. Des doses supérieures seront seulement utilisées pour la stérilisation du matériel industriel.

1gray (Gy) – un joule/kilogramme d'aliment

Tableau I.2 : gamme d'irradiation (kGy) pour différents denrées alimentaires

Procédé-dose	Produits frais	Produits stabilisés (secs- surgelés)
Anti germination (0,05 - 0,15 kGy)	Pomme de terre, oignon, ail	–
Désinsectisation (0,5 - 3 kGy)	Agrumes, papaye	Légumes secs, fruits secs, céréales
Destruction des parasites (0,5 – 3 kGy)	Viande de porc, viande de cheval (trichine)	–
Maturation différée (1 – 3 kGy)	Fraises, framboise, papaye, mangue	–
Hygiénisation pasteurisation (2 – 10 kGy)	Poisson_ poulet	Crustacés congelés, épices, légumes déshydratés, semi-conserves de volaille

Cette méthode de conservation permet donc ; de limiter l'utilisation d'additifs alimentaires, de traiter les produits dans leur emballage, d'éviter l'utilisation de la chaleur.

I.3.6. Conservation sous vide :

La durée de vie d'un produit alimentaire (matières premières fraîches, plats cuisinés) peut être prolongée en la conditionnant « sous vide ». Ce procédé consiste à le placer dans un emballage étanche où l'air est totalement éliminé (99 % minimum de vide).

I.3.7. Conservation sous atmosphère modifiée :

Ce procédé de conservation consiste à placer la denrée alimentaire dans un emballage où l'air est chassé et remplacé par un mélange gazeux composé de 80 % de diazote et de 20 % de dioxyde de carbone.

Le taux de croissance de nombreuses espèces microbiennes est ainsi fortement diminué.

Ce mode de conservation est associé à la réfrigération, l'inhibition par le dioxyde de carbone étant proportionnellement plus importante au froid.

Ce procédé est surtout employé pour allonger la durée de conservation des légumes (4^{ème} gamme), des ovo produits, des viandes et des produits de la mer. [3]

I.4. Emballage des aliments :**I.4.1. Introduction :**

Aujourd'hui, l'emballage est devenu un élément essentiel pour la conservation, la traçabilité, la communication et la création de nouveaux produits alimentaires. Il doit satisfaire aux besoins et contraintes techniques des industriels. Aussi, il doit satisfaire les attentes du consommateur et répondre aux exigences législatives, notamment en termes de sécurité sanitaire et de protection de l'environnement.

L'emballage et le conditionnement des aliments sont deux aspects étroitement liés l'un à l'autre. En effet, le choix d'un procédé de conditionnement implique le choix d'un emballage alimentaire adéquat et vice-versa, et ce, afin d'assurer la bonne conservation des denrées alimentaires emballées. Ainsi, l'emballage et le conditionnement constituent une opération transversale dans l'industrie agroalimentaire qui doit donc allier les différents services de l'entreprise. [4]

1.4.2. Rôles de l'emballage :

L'emballage a plusieurs fonctions :

- Il protège
- Il conserve
- Il permet le transport du produit
- Il facilite le rangement
- Il facilite l'utilisation, par exemple avec un bec verseur pour les liquides.

- Il donne des informations sur le contenu et l'utilisation du produit
- Il met en valeur et fait la publicité du produit et de la marque.
- Il rend le vol plus difficile [5]

I.4.3. Différentes matériaux d'emballage :

Les matériaux les plus utilisés sont le carton et le papier, le verre, le bois, les métaux (acier et aluminium) et les plastiques. On trouve aussi des composites qui associent plusieurs matériaux.

I.4.3.1. Verre :

Le verre est un matériau minéral à base de silicium, fabriqué à partir du sable siliceux. Il est utilisé comme emballage alimentaire et présente plusieurs avantages importants :

- ❖ Transparent ;
- ❖ Inerte ;
- ❖ Réutilisable ;
- ❖ Recyclable.

Cependant, il renferme certains inconvénients :

- ❖ Fragile ;
- ❖ Dangereux ;
- ❖ Faible conductibilité thermique.

Les produits alimentaires emballés dans le verre sont nombreux :

- ❖ Liquides : eaux, jus, huiles et lait, ...
- ❖ Conserves : légumes, fruits, pâtés, viandes, ...
- ❖ Confitures, miel, pâtes à tartiner, ...
- ❖ Condiments, moutardes, assaisonnements, ...
- ❖ Aliments infantiles.
- ❖ Produits à base de lait : yaourts, ...
- ❖ Café soluble, épices, ...
- ❖ Plats cuisinés, etc.

I.4.3.2. Matériaux métalliques :

1. Matériaux à base d'acier : Fer blanc et fer chromé :

Le principal matériau pour les boîtes à conserve est le fer blanc ; mince feuille d'acier doux revêtu électrolytiquement d'une couche d'étain pur sur ses deux faces.

a _ Fer blanc :

Le fer blanc est constitué de l'acier, alliage du fer et d'autres matériaux, et une couche d'étain

a_ Fer blanc :

Le fer blanc est constitué de l'acier, alliage du fer et d'autres matériaux, et une couche d'étain

b_ Fer chromé :

C'est un matériau composé d'acier et d'une couche de chrome.

2. Aluminium :

C'est un matériau très utilisé dans l'agroalimentaire, il présente des caractéristiques suivantes :

- ❖ Légèreté.
- ❖ Etanchéité contre les gaz.
- ❖ Recyclable.
- ❖ Flexible.
- ❖ Stable.

Cependant, ce matériau présente certains inconvénients :

- ❖ Relativement cher.
- ❖ Fermeture difficile.
- ❖ Fonctions marketing limité (formes limitées).

I.4.3.3. Plastiques :

Les emballages plastiques constituent une bonne part des emballages utilisés dans le domaine agroalimentaire. L'aspect pratique de l'emballage en plastique joue un rôle très important pour le consommateur des produits de grande consommation.

L'emballage plastique est résistant :

- Il évite ainsi des pertes de produit, des risques de dommages pour l'aliment qu'il protège.
- Il s'est adapté aux cadences de conditionnement de l'industrie agroalimentaire et aux modes de distribution des produits.

I.4.3.4. Matériaux cellulosiques :**1. Types de matériaux cellulosiques :**

Les matériaux cellulosiques (bois, papier, carton) constituent une part importante dans le secteur de l'emballage, surtout pour l'alimentaire non liquide où l'emploi peut atteindre jusqu'à 40% selon le comité français de l'emballage papier-carton (1992).

2. Utilisations des matières cellulosiques :

- ❖ Le bois pour emballer les fruits secs et frais (Pommes, mangues, Dattes, raisins secs ...), il offre l'avantage d'une manipulation et gerbage facile.

II.1.Historique:

Il y a encore 150 ans, aucune installation n'existait pour approvisionner la population urbaine en lait, et pour garantir la qualité du lait, en particulier sa fraîcheur. Le contrôle du lait se limitait à un examen sensoriel par le consommateur.

Avec l'extension des villes et l'apparition de centres de consommation de plus en plus étendus, il devint toujours plus difficile d'approvisionner les consommateurs avec suffisamment de lait de bonne qualité. Pour remédier à ces problèmes les premières centrales laitières en milieu urbain, qui organisaient la collecte de lait et son traitement adéquat, est fondée en 1862 en suisse.

- Aux alentours de 1890, en Amérique du Nord, on commercialisa pour la première fois du lait frais en bouteilles.

- Le lait pasteurisé n'a obtenu ses lettres de noblesse en Suisse qu'après 1945.

- Le procédé de chauffage UHT a été mis au point en 1951 et a permis pour la première fois de produire un lait exempt de germes avec un procédé en continu.

- Le terme de «lait ESL» a été pour la première fois l'objet de discussions étendues au niveau international aux alentours de l'année 2000, en Suisse.

- Dès l'année 2007, les laiteries industrielles ont introduit en Suisse la pasteurisation haute et la microfiltration. Par un remplissage partiellement ou totalement aseptique, on est parvenu à atteindre pour la première fois une conservabilité de 20 à 30 jours. [6]

II.2Définition :

Le lait est alors le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction.

Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotènes de la matière grasse. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable.

II.3.Composition globale du lait :

La composition globale du lait (voir figure II.1) ne fait apparaître que les grandes catégories de ses constituants et les valeurs données sont des valeurs moyennes. On remarque immédiatement que le constituant principal du lait est l'eau avec 902 g.L^{-1} tandis que la matière sèche ne représente que 130 g.L^{-1} . [7]

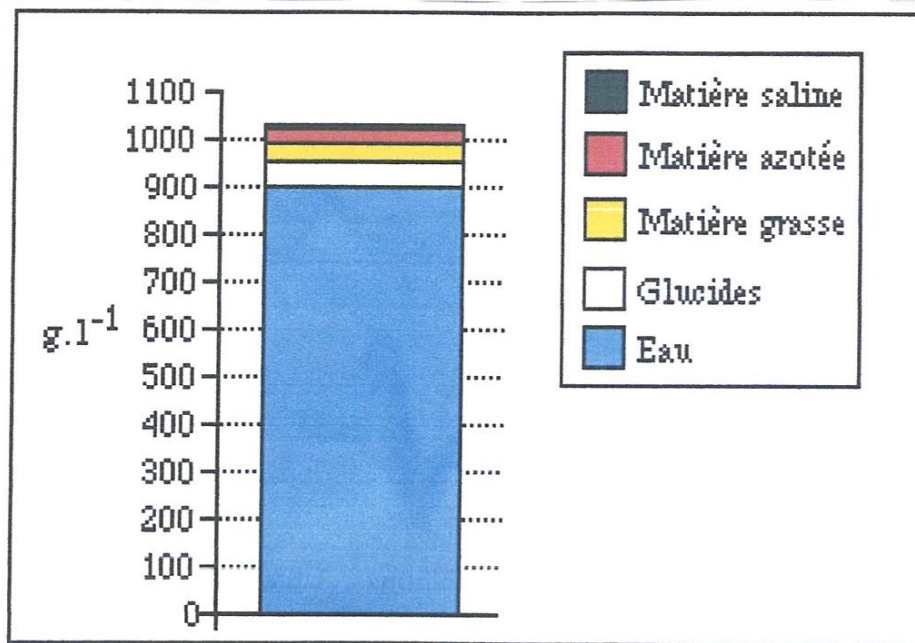


Figure II.1 : Composition chimique globale du lait (en g /l).

Les principaux constituants du lait sont donc par ordre décroissant:

- De l'eau très majoritairement ;
 - Des glucides principalement représentés par le lactose ;
 - Des lipides essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;
 - Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles;
 - Des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaire ;
 - Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, oligo-éléments ...
- La composition moyenne du lait de vache est représentée par la **figure II.2**, elle fait apparaître les grandes catégories de constituants du lait : eau, lactose, matière grasse, protéines et les constituants salins.

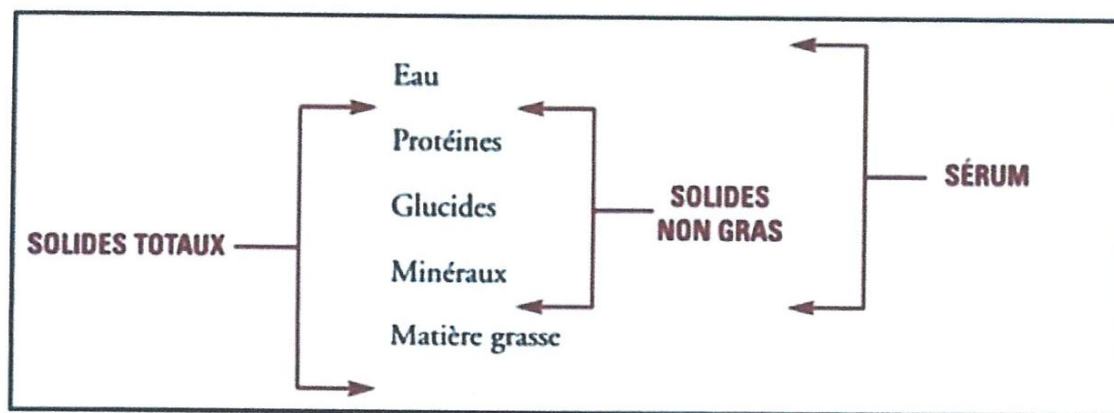


Figure II.2 : Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait.
(lctosérum)

Le lait est donc un milieu hétérogène (87% d'eau et de 13% de substance sèche) dans lequel cinq phases distinctes coexistent :

1. Une *phase aqueuse* qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes) ;
2. Une *suspension colloïdale micellaire instable* (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes;
3. Une émulsion de matières grasses ou phase grasse (4,2%) qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité.
4. Une *phase gazeuse* composée d'O₂, de N₂ et CO₂ dissous qui représentent environ 5% du volume du lait.
5. Une *suspension microbienne et cellulaire*, puisque dans les conditions techniques réglementairement reconnues de production du lait à la ferme, la présence de ces micro-organismes typiques et de cellules somatiques est probable. [8]

La composition d'un 100g de lait se résume dans le **tableau II.1** suivant.

Tableau 1.1 : Composition de 100g de lait (Goursand, 1985).

Composants	Teneurs massique(%)
Eau	87.5
Matières sèches totales :	13.0
➤ Glucide	4.8
▪ Lactose	4.7

➤ Matière grasse	3.9
▪ Lipides	3.8
▪ Phospholipides	0,5
▪ Composés liposolubles	0,5
➤ Matières azotées	3.4
▪ Protéines	3.27
▪ Caséines	2.8
▪ Protéines solubles	0.56
▪ Azote non protéique	0,017
➤ Matière saline	0.8
➤ Biocatalyseurs (vitamines, enzymes)	Traces
Gaz dissous	5% volume du lait

II.3.1. Eau (87.5%):

L'eau est le constituant le plus important du lait, se trouve sous deux formes : l'eau libre (96%) et l'eau liée (4%) de la matière sèche. Représente environ 9/10^{ème} de la composition totale du lait.

La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. [9]

II.3.2. Composition de la matière sèche (13.0%):

II.3.2.1. Glucides (4.9 %) :

Les glucides représentent la source d'énergie la plus importante de notre alimentation.

Ils sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose (la proportion des autres glucides étant toujours très faible).

On distingue selon un classement basé sur leur polarité électrique :

- Les glucides neutres : lactose, glucose, galactose;
- Les glucides azotés : glucosamine N-acétylée (C₈H₁₅NO₆) et galactosémies N-acétylée
- Les glucides acides toujours liés aux glucides neutres ou azotés.

II.3.2.2. Matière grasse du lait (3.9%):

La matière grasse est sous forme de globule gras visible au microscope optique en émulsion dans la phase aqueuse du lait.

La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipido-protéique chargée négativement.

La matière grasse du lait existe sous la forme de petits globules ou de petites gouttelettes dispersés dans le lactosérum (**figure II.3**). [10]

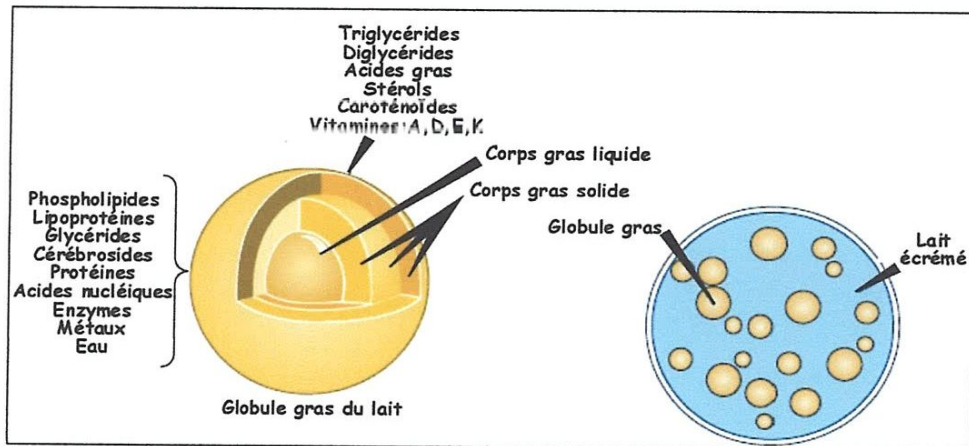


Figure II.3: Composition de la matière grasse du lait. Taille : 0,1 à 20 μm . (Taille Moyenne 3à4 μm)

II.3.2.3. Matière azotée (3.4 %) :

Les dérivés azotés du lait est répartie en deux sous groupes : l'azote non protéique et l'azote protéique.

L'analyse du lait par minéralisation, appelée méthode Kjeldahl, permet d'évaluer que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée, le **tableau II.2** résume la composition de la matière azotée.

Tableau II.2: Les dérivés azotés du lait.

↪ 95% de protéines	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 80% de caséines, α, β, κ sous forme de micelles de caséines (phosphocaseinate de calcium) ; ➤ Fixent le Ca.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 20% de protéines solubles = protéines du lactosérum ; ➤ β lactoglobulines : allergisante et non présente dans le

	<p>lait humain ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ α lactalbumine ; ➤ Immunoglobulines ; ➤ Autres protéines (protéases, peptones, métalloprotéines). certaines fixent le fer (lactotransferrine et transferrine) .
↪ 5 % d'azotes non protéiques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 % Urée ; ➤ Acide urique ; ➤ AA libres ; ➤ Nucléotides.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ < 1% Divers enzymes (lipases, protéases, oxydases, phosphatases, alcalines, lysozymes...).

II.3.2.4. Matières salines (minérales 0.8%):

Les minéraux du lait se trouvent sous deux formes principales, surtout sous forme de sels ionisés solubles dans le sérum et sous forme micellaire insoluble.

Le lait contient un certain nombre de minéraux. Leur concentration totale est inférieure à 1%.

Les sels les plus importants sont les sels du calcium, sodium, potassium et magnésium. Ils se présentent sous la forme de phosphates, chlorures, citrates et caséinates. Les sels de potassium et de calcium sont les plus abondants dans le lait ordinaire. La valeur moyenne de leur concentration dans le lait est donnée dans le **tableau II.3**.

Tableau II.3 : Composition de la matière saline (g/l).

Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl	Citrates
0,12	0,58	1,23	1,41	0,30	0,95	1,19	1,6

II.3.2.5. Biocatalyseurs (traces) :

a. Vitamines :

Il existe deux grands groupes de vitamines :

- Les vitamines liposolubles (A, D, E et K) qui sont solubles dans les matières grasses (Crème et beurre).

- Les vitamines hydrosolubles (B et C) qui sont solubles dans des phases aqueuses (lait écrémé et lactosérum).

b. Enzymes :

L'importance des enzymes du lait découle de cinq propriétés principalement :

- Certaines sont des facteurs de dégradation (lipase, protéase) avec des conséquences importantes sur le plan technologique et les qualités organoleptiques.
- La mesure de leur activité peut être un indicateur hygiénique du lait.
- Certaines ont une action bactéricide ou bactériostatique qui peut apporter aussi une protection du lait (lactoperoxydase et lysozyme).
- La thermo stabilité de la phosphatase alcaline et de la peroxydase permet le contrôle des traitements techniques industriels du lait.
- Les laits de différentes espèces peuvent être distingués, comme les laits ne présentent pas les mêmes concentrations pour certaines enzymes. [10]

II.3.3. Gaz dissous (5 % en volume) :

Les gaz dissous, essentiellement du (CO₂, du N₂ et du O₂) dans le lait dans trois états :

- Dissous dans le lait ;
- Liés et non séparables du lait ;
- Dispersés dans le lait.

Les gaz dispersés et dissous représentent un sérieux problème dans le traitement du lait.

II.4. Caractéristiques du lait :

II.4.1. Caractéristiques physico-chimiques :

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la densité, le point de congélation, le point d'ébullition, le pH et l'acidité titrable. Ses principales propriétés physico-chimiques sont rassemblées dans le **tableau II.4**. [9]

Tableau II.4 : Caractéristiques physico-chimiques du lait.

Les Propriétés physico-chimiques	Variations limites
pH (20°C)	6,6 à 6,8
Acidité titrable	14 à 18 °D
Densité (20°C)	1,028 à 1,038
Température de congélation	- 0,51 °C à - 0,55 °C
Température d'ébullition	Supérieur au pt d'ébullition à l'eau : 100,5°C
Valeur énergétique	± 275 kJ. (100 ml) ⁻¹

II.4.1.1. Densité :

La densité est la masse d'une certaine quantité de matériau divisé par le volume, elle des produits laitiers et de lait est utilisé pour la suivante;

- pour convertir les volumes en masse et vice-versa

- pour estimer la teneur en solides
- pour calculer d'autres propriétés physiques (par exemple la viscosité cinématique)

La densité du lait varie au sein de la gamme de 1027 à 1033 kg /m³ à 20 ° C.

On peut calculer la densité du lait à 15,5°C en utilisant la formule suivante:

$$d_{15,5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{F}{0,93} + \frac{\text{MSD}}{1,608} + \text{eau}} \text{ g/cm}^3$$

F = % matière grasse
MSD = % matière sèche dégraissée
% eau = 100 - F - MSD

Exemple : lait de 3,2% de matière grasse et 8,5%MSD

$$d_{15,5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{3,2}{0,93} + \frac{8,5}{1,608} + (100-3,2-8,5)} = 1,0306\text{g/cm}^3$$

II.4.1.2. Viscosité :

Viscosité du lait et produits laitiers est important dans la détermination de ce qui suit:

- Le taux de crémage
- Taux de transfert de masse et de chaleur
- Les conditions d'écoulement dans les processus laitiers

Le lait et le lait écrémé, le lait cru à l'exception refroidi, un comportement newtonien, dans lequel la viscosité est indépendante de la vitesse de cisaillement. La viscosité des produits dépend de la température et de PH. [8]

II.4.1.3. Point de congélation :

Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide. C'est l'une des constantes les plus stables du lait. L'abaissement du point de congélation est en relation directe avec la concentration en solutés d'une solution. C'est donc une mesure du nombre de molécules ou d'ions en solution dans la phase aqueuse du lait.

Le point de congélation du lait peut varier de (-0,52 °C) à (-0,56°C).

De 3%. L'abaissement du point de congélation peut aussi être causé par la subdivision du lactose en plusieurs molécules plus petites. Il peut aussi servir à évaluer le degré d'hydratation des protéines.

II.4.1.4. Point d'ébullition :

À pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est de 100°C et celui du lait est de 100,5°C. Comme pour le point de congélation, il est fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration de lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration du lait.

II.4.1.5. Acidité :

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et le CO₂, et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique (C₆H₈O₇). On l'appelle l'acidité naturelle du lait. Elle varie entre 0,14 et à 0,18 d'équivalence d'acide lactique (C₃H₆O₃).

Le tableau II.5 résume l'importance des constituants dans l'acidité naturelle du lait.

Tableau II.5 : Acidité naturelle du lait : apport des différents constituants

Constituants	Acidité (%d'équivalent d'acide lactique)
Caséines	0,05 à 0,08
Phosphates	0,05 à 0,07
Lactalbumine	0,01
CO ₂	0,01 à 0,02
Acide Citrique	0,01

A la sortie du pis de la vache, le lait frais ne contient qu'environ 0,002% d'acide lactique. En se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique CH₃CHOH-COOH par fermentation du lactose (**figure II.4**). Cette nouvelle acidité se nomme **acidité développée**. C'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines.

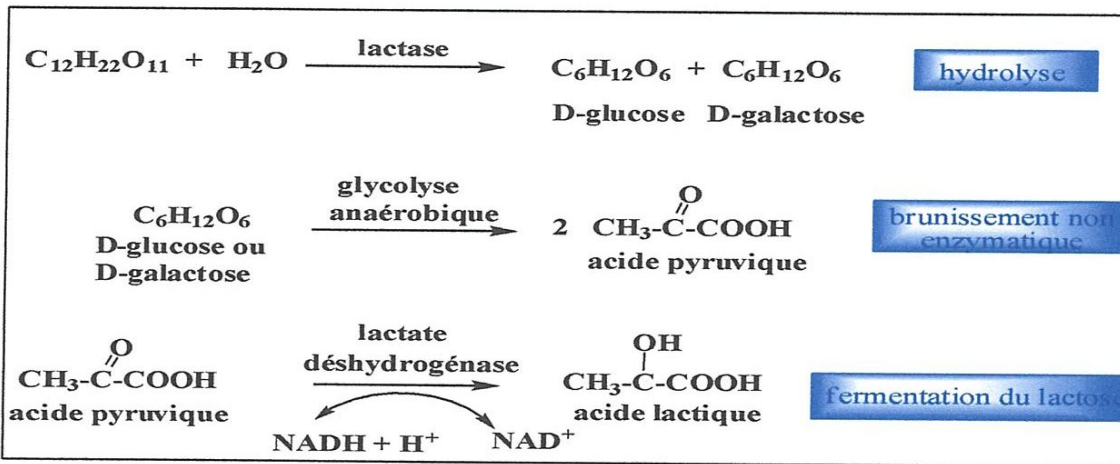


Figure II.4 : Les transformations chimiques (l'hydrolyse, brunissement non enzymatique Et fermentation du lactose).

II.4.1.6. Acidité titrable :

L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions H_3O^+ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés, c'est-à-dire ionisés, ou non. Ainsi, on déplace les équilibres chimiques pour neutraliser tous les ions H_3O^+ des acides faibles.

L'acidité titrable est une mesure des deux acidités définies précédemment :

$$\text{Acidité titrable} = \text{acidité naturelle} + \text{acidité développée}$$

La figure II.5 montre la relation entre ces trois acidités.

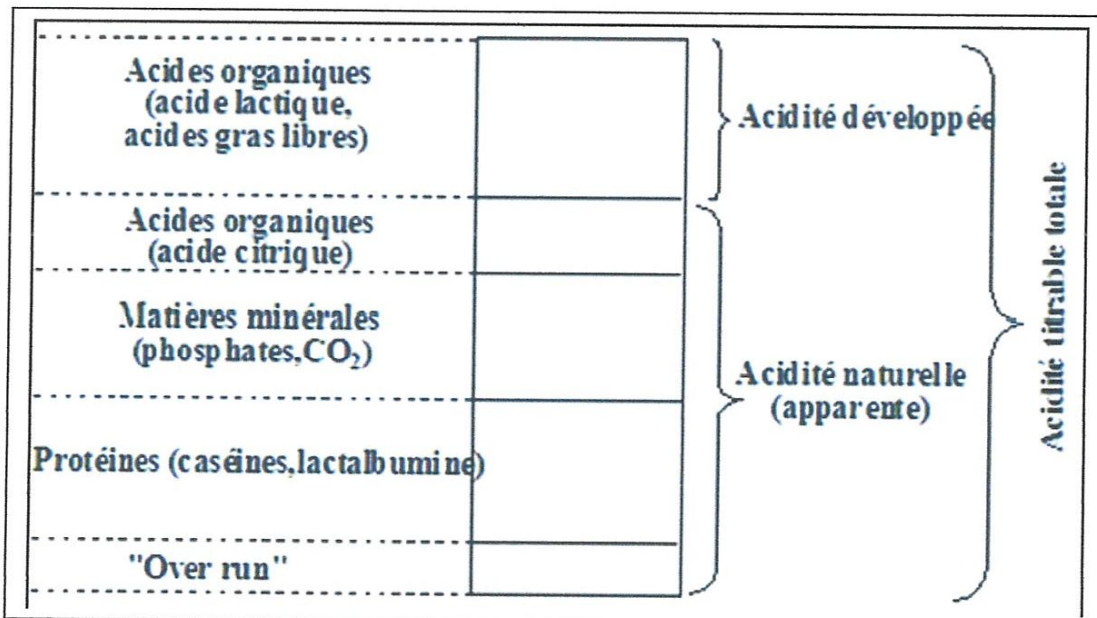


Figure II.5: L'acidité naturelle, l'acidité développée et l'acidité titrable du lait.

La mesure d'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons : soit en pourcentage (%) d'équivalents d'acide lactique, soit en degrés Dornic (°D). [3]

II.4.2. Caractéristiques microbiologies :

II.4.2.1. Introduction :

La microbiologie est la science qui étudie les micro-organismes. Ces derniers sont des êtres vivant de petite taille qui ne peuvent être vues à l'œil nu (quelques protistes unicellulaires sont visibles à l'œil). Ils ne peuvent donc être observés qu'à l'aide d'un microscope.

La microbiologie est intimement liée à l'industrie laitière : elle s'applique à tous ses secteurs. Ses principes, en effet, justifient le mode de production hygiénique du lait, commandent plusieurs traitements et procédés industriels lors de sa transformation à l'usine, et sont à la base des méthodes de conservation des produits laitiers. La qualité du lait et des produits laitiers en dépend en grande partie, si bien que l'on tient compte de normes microbiologiques dans son évaluation officielle.

L'application des principes généraux d'hygiène permet d'atteindre les trois buts suivants :

- Prévenir et empêcher la transmission de bactéries pathogènes par le lait et les produits laitiers et de cette façon protéger la santé des consommateurs ;
- Prévenir et restreindre la croissance microbienne au lait et aux produits laitiers et ainsi empêcher leur détérioration et l'apparition de défauts ;
- Favoriser et guider le développement des bactéries utiles dans certains produits laitiers, tels que les produits fermentés (yaourt, Leben, ...). [11,12]

II.4.2.2. Microbiologie du lait :

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminante.

La flore contaminante est subdivisée en deux sous-classes : la flore d'altération et la flore pathogène.

1. Flore indigène ou originelle :

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5000UFC/ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et la race.

Tableau II.6 : Flore indigène du lait cru.

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

Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles. On peut voir au **tableau II.6** la liste des microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

2 .Flore Contaminante :

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes, 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 capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers.

a. Flore d'altération :

Elle incluse dans la flore contaminante, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont les coliformes, des genres *Escherichia* et *Enterobacter*.

b. Flore pathogène :

Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore contaminante du lait. La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont par exemple : *Salmonella sp*, *Clostridium botulinum*. [13]

II.5. Différents types du lait :

Selon sa composition, sa qualité nutritionnelle, organoleptique et sa durée de conservation, le lait à consommer peut être classé en trois grandes catégories selon :

- ❖ La teneur en matière grasse.
- ❖ Le traitement thermique.
- ❖ La source du lait.

II.5.1. Selon la teneur en matière grasses :

Par mélange de lait non écrémé et de lait écrémé, la laitière produit 3 types de laits

standardisés dont les teneurs en M.G sont fixées par la loi :

▪ *Lait entier* : Contient généralement 3,5% de la matière grasse. S'il n'est pas homogénéisé, les matières grasses remontent à la surface et forment une couche de crème. Ce lait est enrichi de vitamine D. la couleur rouge est celle qui représente le lait sur les conditionnements.

▪ *Le lait demi-écrémé* : Contient 1 ou 2% de matière grasse. Il a presque la même valeur nutritive que le lait entier, à l'exception des matières grasses, ce qui entraîne une diminution de la valeur énergétique. On lui ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. et vitamine D. la couleur dominante sur ses conditionnements est ici le bleu.

▪ *Le lait écrémé* : Contient au maximum 0,3% de matière grasse. On y ajoute de la vitamine A et D. la couleur dominante des emballages est le vert. [14,10]

II.5.2. Selon le traitement thermique :

II.5.2.1. Lait cru :

On peut appeler aussi lait de ferme, c'est le lait non traité. La consommation de lait cru est très risquée, car le lait est un milieu propice à la multiplication bactérienne. Pour prolonger la conservation du lait cru, il existe différents traitements thermiques.

II.5.2.2. Lait pasteurisé :

Il s'agit d'une méthode de conservation qui doit son nom à son inventeur : Louis PASTEUR.

La pasteurisation consiste à chauffer le lait pendant 15 secondes à une température de plus ou moins 75°C puis à le refroidir. Ce procédé de chauffage modéré permet au lait de conserver son goût originel tout en le débarrassant des germes pathogènes.

↳ Le lait pasteurisé doit être conservé au froid (4 à 6°C). Sa durée de conservation est d'environ 7 jours. Cependant, une durée de conservation moins courte peut être imposée par la réglementation de certains pays.

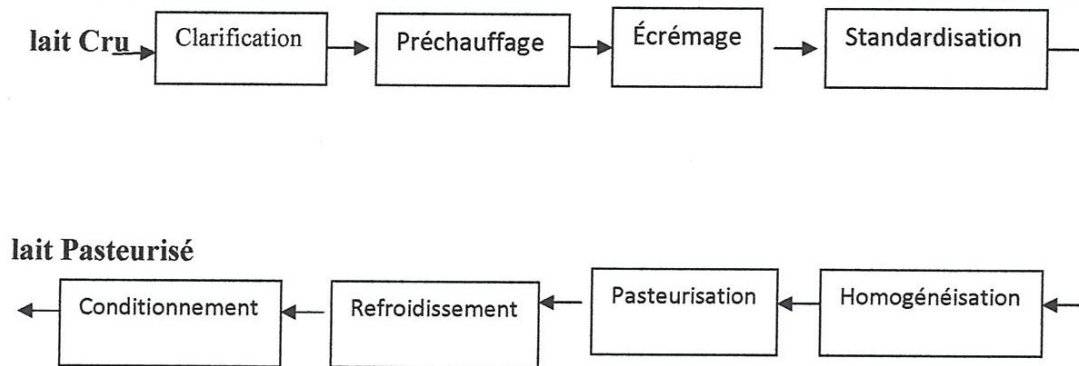


Figure II.6 : diagramme de fabrication du lait pasteurisé.

II.5.2.3. Lait stérilisé :

La stérilisation consiste à détruire, par une action thermique élevée, la totalité de la flore microbienne du lait. Ce lait présente alors une garantie totale d'hygiène et de conservation.

Ce traitement s'effectue en deux étapes :

- ❖ Le lait est d'abord chauffé à +/- 135°C.

Après refroidissement, il est mis en bouteille puis chauffé à nouveau pendant 10 à 20 minutes à une température oscillant entre 110° et 120° C.

- ❖ Si ce processus permet une longue conservation (plus de 6 mois), il donne au lait un goût de caramel et lui enlève une partie de ses valeurs nutritives.

II.5.2.4. Lait stérilisé UHT (ultra haute température) :

Il consiste à chauffer le lait pendant 2 à 5 secondes à une température de 135° à 150°C puis à le refroidir quasi instantanément. La température est suffisante pour débarrasser le lait de tout germe nuisible à sa conservation. Le temps de chauffe très réduit permet de n'altérer ni le goût ni les valeurs nutritives du lait.

Le lait est ensuite versé dans un emballage stérile. Le lait UHT se vend en carton sous forme de brique ou en bouteilles blanches de polyéthylène. Il se conserve 3 à 4 mois à température ambiante fraîche.

II.5.2.5. Lait concentré :

Le lait concentré non sucré est obtenu par pasteurisation puis par concentration sous-vide. Après addition de stabilisateurs destinés à éviter le caillage, ce lait est conditionné et stérilisé. Le lait concentré sucré n'a, lui, pas besoin d'être stérilisé car le sucre empêche le développement des micro-organismes. Le goût sucré est obtenu par addition d'un sirop de saccharose. Il faut 2,2l de lait pour obtenir 1 kg de lait concentré.

II.5.2.6. Lait en poudre ou lait sec :

Le lait en poudre est un lait auquel on a enlevé le quasi totalité de son eau pour n'en conserver que l'extrait sec.

Il peut être fabriqué de deux manières :

- ❖ Par atomisation. Le lait est projeté sous forme de fines gouttelettes dans un flux d'air chaud (150 à 300 C°) et sec. L'évaporation de l'eau et le refroidissement de la poudre de lait sont quasi instantanés, ce qui conduit à un produit de qualité, facilement soluble.
- ❖ Par séchage sur cylindres. Le lait est versé en continu et en très fine couche sur des rouleaux tournants, chauffés jusqu'à 145 C°, sur lesquels il sèche en quelques secondes. La poudre de lait est ensuite raclée et moulue. Elle est moins soluble que celle obtenue par atomisation.

II.5.2.7. Laits fermentés :

Les laits fermentés sont des laits entiers, légèrement concentrés, tel que le yaourt.

II.5.2.8. Laits infantiles :

Ce sont des laits en poudre spécialement conçus pour s'adapter aux besoins des nourrissons. Leur dénomination légale est : "aliment lacté diététique pour nourrissons".

II.5.2.9. Lait aromatisé :

L'industrie laitière moderne commercialise un éventail de laits aromatisés satisfaisant les goûts de chacun : lait chocolaté, lait acidifié aux fruits...

II.5.3. Selon la source du lait :

Selon la source du lait, on peut définir 7 type de lait : le lait humain ; lait du vache ; lait de chèvre ; lait de brebis ; lait de bufflonne ; lait de jument ; lait d'ânesse. On peut résumer cette différenciation dans **les tableaux (II.7et II.8)**. [15]

Tableau II.7 : composition des laits de diverses sources.

Origine	Composition pour 100g								
	Extrait sec total(g)	Matière azotées		Lipides(g)	Glucides(g)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Calcium (mg)	Phosphore (mg)
		Total (g)	Caséines (%)						
Lait humain	12.5	1.2	28	3.5	6.5	16	50	30	15
Lait de vache	12.3	3.5	84	3.5	4.8	45	150	120	85
Lait de chèvre	13.4	3.4	75	3.8	4.4	45	185	120	103
Lait de brebis	17.3	5.6	84	6.4	5.0	40	146	180	140
Lait de bufflonne	18.9	4.0	87	8.0	4.7	40	150	195	130
Lait de jument	10.2	2.2	50	1.5	6.2	n.d	64	110	54
Lait d'ânesse	9.6	2.0	45	1.1	6.1	n.d	n.d	110	61

II.7. La place de lait dans l'alimentation :

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides.

Le caractère essentiel de sa composition est son harmonie qui a fait de lui un aliment de valeur nutritionnelle inestimable, particulièrement pour l'enfant.

La plupart des éléments nécessaires à l'édification des tissus de l'organisme sont en effet présent.

Les protéines du lait ont une valeur nutritive élevée, en particulier la lactoglobuline et la lactalbumine, riche en acides aminés soufrés. Le lait représente également une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine et relativement riche en thiamine, Vitamine A. Cependant il est pauvre en fer, cuivre, acide ascorbique et en vitamine D.

II.8. La valeur nutritionnelle du lait :

- Le lait possède une valeur énergétique de 700kcal/litre
- La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables.
- Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal. [14]

CHAPITRE III

Matériels et Méthodes

III.1. Matériels et méthodes :

III.1.1. Matériel :

III.1.1.1. Appareillage utilisé au laboratoire de L'unité SAFIA :

- ❖ Centrifugeuses (appareil utiliser pour déterminer la MG);
- ❖ Etuve (Mamert Gmbh, Allemagne), (dans le but d'incubation des cultures bactériennes) ;
- ❖ Le lacto-thermo- densimètre (pour déterminer la densité du lait et la température);
- ❖ PH mètre ;
- ❖ Bain-marie.

III.1.1.2. Petit matériel :

Un certain nombre d'accessoires et petit matériel spécifique est utilisé dans le cadre de cette étude :

- ❖ Micropipettes, différents types de verrerie (bêchers, pipettes graduées, tubes à essais, burettes, capsules séchées, éprouvettes).

III.1.1.3. Produits chimiques, réactifs et matériel biologique :

- ❖ Solvants (acide sulfurique, hydroxyde de sodium, l'alcool iso amylique) ;
- ❖ Colorants et réactifs spécifiques [phénol phtaléine, bleu de méthylène, DPD N°1 (N, N-diphénylène-1-4-diamine)] ;
- ❖ Matériel biologique (tubes stériles, boîtes de pétrie stérile, bêchers, pipettes graduées)

III.1.2. Méthodes :

III.1.2.1. Technologie de la production du lait prêt de consommation :

Pour devenir lait de consommation, le lait cru ne doit subir que des traitements physiques, comme la clarification, la recombinaison, l'homogénéisation, la pasteurisation, la réfrigération, le conditionnement, la commercialisation et bien évidemment les traitements thermiques. c'est uniquement ce dernier qui différencier les laits de consommation courte (lait pasteurisé, le lait stérilisé et le lait U.H.T.) et les laits de conserve déhydraté (laits concentré non sucré, lait concentré sucré et lait poudre); les autres traitements sont presque identiques pour ces produits.

On va présenter les étapes communes des laits de consommation et les techniques spécifiques à chaque produit dans la **figure III.1.**[10]

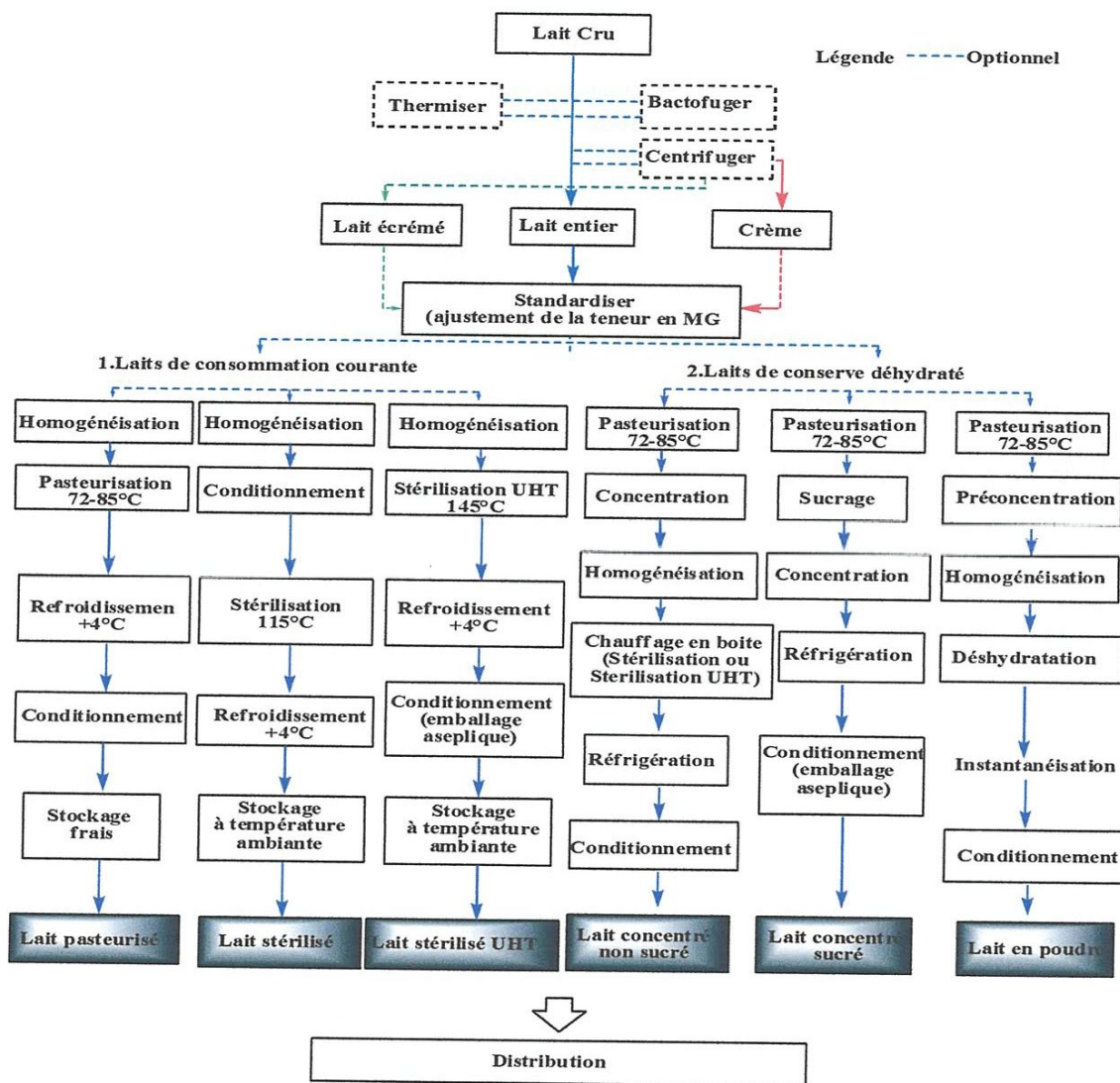


Figure III.1 : Diagramme des technologies de production du lait prêt à la consommation.

III.1.3. Etapes de fabrication du lait SAFIA :

III.1.3.1. lait pasteurisé conditionné :

☞ La production de lait pasteurisé conditionné (LPC) suit les étapes suivantes:

1. Reconstitution :

Il s'agit d'un mélange de poudre du lait et de l'eau traitée chaude à 30-40°C afin d'obtenir un produit conforme aux critères souhaités.

Cette opération est effectuée à l'aide d'un appareil semi-automatique "le Triblinder" voire (figure III.2), il comprend une trémie de réception, une vanne manuelle, une turbine, et une pompe.



Figure III.2 : Le Lriblinder.

L'eau chaude circule du tank de réception vers le Triblinder, puis de ce dernier vers le tank de réception une autre fois formant un circuit fermé (tank-Triblinder-tank).

La pompe qui se trouve dans le Triblinder assure la recirculation de l'eau. Lorsque l'eau rencontre la poudre, le mélange passe par une turbine qui va à son tour l'envoyer vers le tank de préparation où l'agitation est continue. Toute la poudre qui reste accolée à la tuyauterie va être récupérée par une poussée d'eau.

L'unité *SAFIA* utilise la poudre de lait entier et celle du lait écrémé.

↳ **Poudre de lait entier :**

Elle a subi une concentration par évaporation suivie d'un séchage à haute température, sa composition finale doit contenir 26% de matière grasse.

↳ **Poudre de lait écrémé :**

Elle ne doit pas contenir de matière grasse, parce qu'elle a subi un écrémage à 50 – 60°C.

Les deux poudres doivent être satisfaisantes de point de vue microbiologique, physicochimique et organoleptique.

Le **tableau III.1** représente les paramètres de définition d'une poudre de lait.

Tableau III.1: Paramètres de définition d'une poudre de lait.

Lait de poudre. Paramètres.	Entier.	Ecrémé.
Humidité;	3% maximum	4%.
Matière grasse;	26%	0 à 1,5%
Acidité titrable;	0.15	0,1 à 0,15° D
Indice de solubilité;	1ml	1.2ml
Germes totaux	50000	50000
Coliformes.	Absences dans 0.1g.	Absences dans 0.1g.
Levures et moisissures.	10/g	50/g

2. Stockage :

Le mélange est stocké une première fois dans deux tanks de 5000L chacun ou il subit une agitation continue pour augmenter la dispersion et la dissolution du poudre de lait dans l'eau et éviter la formation d'agglomérats.

3. Homogénéisation :

Ce traitement physique par pression fait éclater les globules de matière grasse en fines particules homogènes.

Il a pour objectif d'éviter que la matière grasse ne remonte pas à la surface, ne gêne pas l'écoulement du lait ou ne se dépose pas lors du traitement thermique de conservation.

L'homogénéisation est en général réalisée en forçant le lait à l'aide d'une pompe à haute pression (03 pistons), en plus la température à l'intérieur de l'homogénéisateur est de 60-70°C pour que tout le gras soit en phase liquide pour faciliter l'opération. Sur le plan nutritionnel, l'homogénéisation entraînerait une meilleure absorption de gras (les globules sont plus petits) et des protéines du lait.

4. Filtration :

C'est une opération physique post-pasteurisation, consiste à l'élimination de toute impureté pouvant encombrer le pasteurisateur lors de la pasteurisation ce qui peut réduire son rendement.

5. Pasteurisation :

Ce traitement consiste à chauffer le lait à une température et un temps bien définis afin d'obtenir un lait sain de tout germe pathogène ainsi que prolonger la durée de conservation de ce dernier.

Cette opération est effectuée au niveau d'un pasteurisateur à plaques divisé en trois compartiments (**voir la figure III.3**) :

- Le premier compartiment est celui d'échange et de récupération ou le lait froid va subir un préchauffage.
- Au deuxième compartiment la pasteurisation proprement dite aura lieu en portant le lait préchauffé dans le premier compartiment à une température de 85°C pendant 15 et 20 secondes.
- Au niveau du troisième compartiment; compartiment de refroidissement, le lait est refroidi jusqu'à une température de 04°C. Le but de refroidissement est d'inhiber la flore thermorésistante qui a échappée à la pasteurisation, et d'éviter l'acidification par les bactéries lactiques qui se développent entre 30 et 40°C.

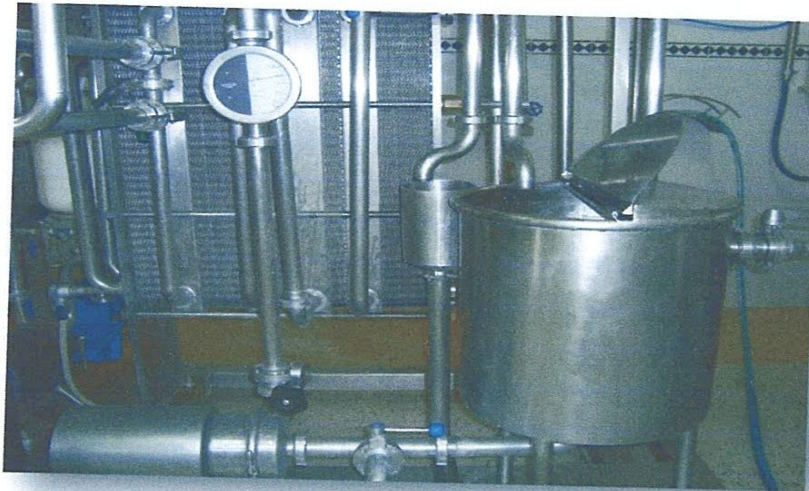


Figure III.3 : pasteurisation à plaque.

6. Stockage tampon (la réfrigération) :

Avant d'être conditionné, le lait pasteurisé va être stocké dans 02 tanks de 5000L chacun à des températures entre 04 et 06°C pour éviter l'arrêt de pasteurisation en cas des problèmes technique au niveau de la conditionneuse.



Figure III.4 : tanks de stockage

7. conditionnement :

Il se fait à partir d'une conditionneuse semi-automatique qui fait remplir le lait qui vient du tank de stockage dans des sacs de polyéthylène stérilisés par des rayons UV. Des soudures longitudinales (avant le remplissage) et transversales (après le remplissage) des sacs se font par des thermo-soudeurs.

Chaque sac contient 1L du lait doit être daté et mis en bacs par les ouvriers, (voir figure III.5)



Figure III.5 : conditionneuse semi-atomique.

Les bacs sont soit directement livrés, soit stockés dans une chambre froide pour un temps maximum 24h.

8. La distribution :

Le lait sera livré à l'aide des camions frigorifiques directement après la mise en bacs, ou après la conservation du lait dans la chambre froide pendant 24h au maximum, la température du transport de produit est de 6°C.

Le lait, soit pasteurisé conditionné, soit reconstitué conditionné, passe presque par les mêmes étapes à l'exception que le premier type ne subit pas une reconstitution.

Après la détermination des différentes étapes de fabrication, ces dernières peuvent être résumées dans la figure III.6.

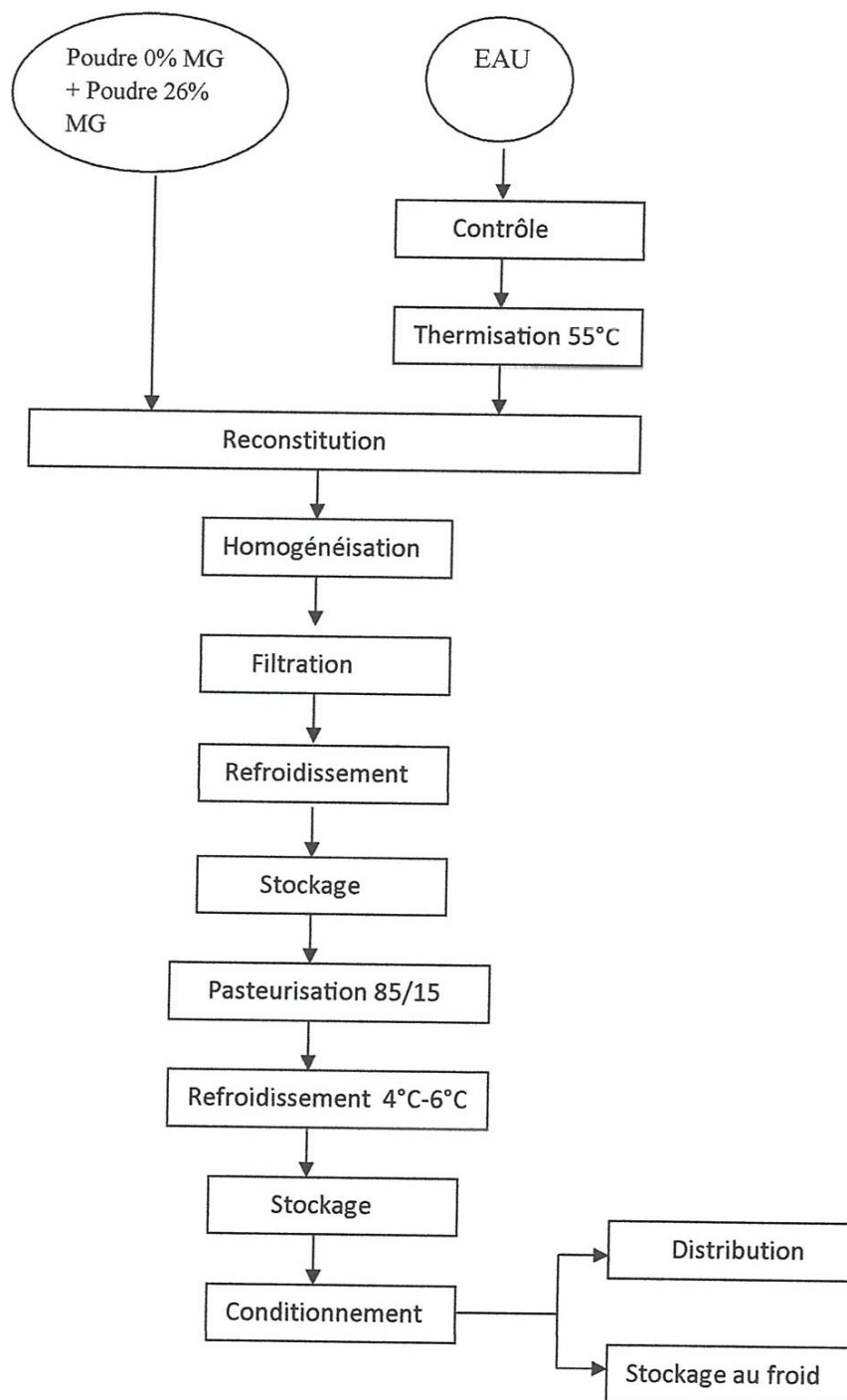


Figure III.6 : différentes étapes de fabrication du lait pasteurisation et reconstitué (conditionné)
Par SAFIA

III.1.3.2.lait cru pasteuriser :

↳ La production de lait cru pasteuriser conditionné suit les étapes suivantes:

1. La réception :

La production du lait au niveau de SAFIA nécessite la collecte du lait de vache pour produire le lait pasteurisé conditionné, et même le lait reconstitué conditionné vu la crise qu'a enregistrée le secteur laitier.

Cette collecte se fait à partir des fermes, par les fermiers eux même, ou par des collecteurs.

Le lait est ramassé dans des citernes isothermes, ou dans des bidons en plastique ou en inox.

Lorsque le lait est arrivé à l'unité, on prélève un échantillon pour faire des tests rapides d'acidité, de densité et de stabilité à l'ébullition. Une fois les résultats sont positifs, la vidange est effectuée.

SAFIA reçoit un lait ayant les propriétés physicochimiques et microbiologiques représentées dans le **tableau III.2.**

**Tableau III.2 : Les propriétés physicochimiques et microbiologiques du lait réceptionné
Par SAFIA.**

Couleur.	Blanc mat plus ou moins jaune.
Odeur.	Peu marquée mais reconnaissable
pH (20°C)	6.6 à 6.8
Acidité titrable	14 à 18°D
Densité (20°C).	1.028-1.038 34./1au minimum
Matière grasse	34g/l au minimum
Stabilité à l'ébullition.	Stable
Germes totaux.	2 millions/ml au max

La citerne ayant une capacité de 5000L est branchée par un tuyau alimentaire à une pompe volumétrique dotée d'un compteur, ce dernier est connecté à la cuve de réception.

Après la vidange, la citerne sera nettoyée et le lait sera agité en continu dans la cuve de réception jusqu'à son utilisation.



Figure III.7 : les cuves de réception

↳ Après la réception du lait cru des vaches, les différentes étapes de traitement peuvent être résumées dans la figure III.8.

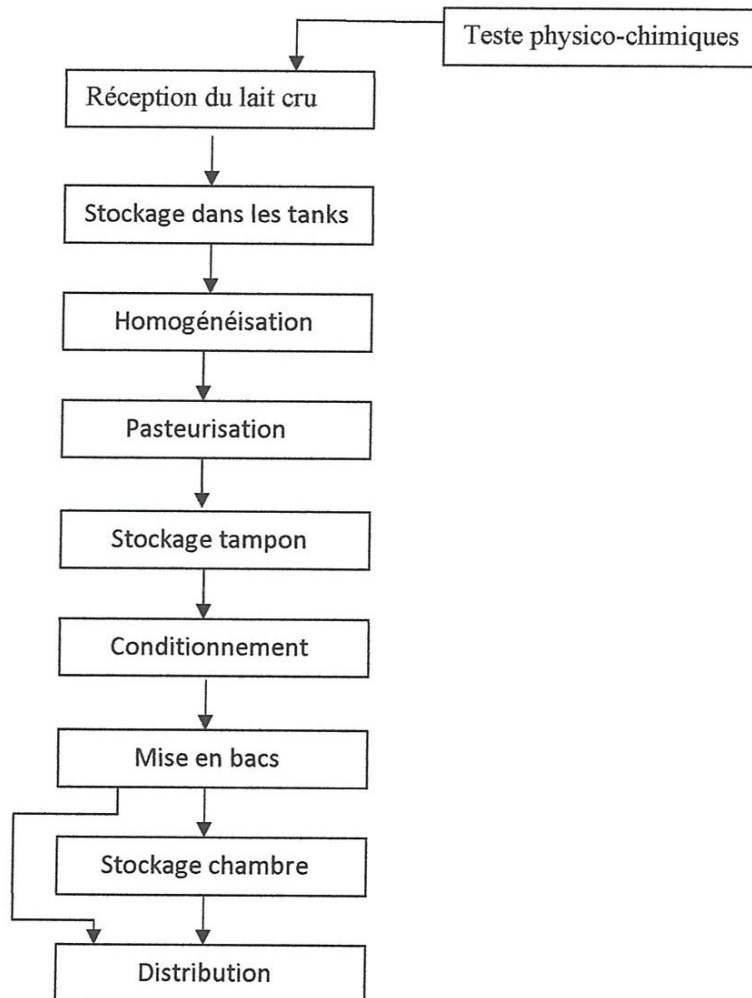


Figure III.8 : schéma de fabrication du lait cru conditionner par SAFIA.

III.1.3.3.L'ben :

↳ La production de l'ben Suits les étapes suivantes :

1. Définition :

C'est un lait pasteurisé fermenté, les laits fermentés sont des produits qui ont subi une fermentation essentiellement lactique conduisant à la coagulation, c'est-à-dire à la formation d'un gel ou coagulum par modification de la structure des protéines de lait (micelles de caséines). Le lait fermenté le plus consommé dans l'Algérie c'est l'ben.

2. Préparation du l'ben :

Le lait qui sert à la préparation du l'ben est reconstitué (d'un sac et demi de poudre de 26% MG + cinq sac de poudre de 0% MG dans un l700l. d'eau), (le sac =25 Kg).

Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis un refroidissement à 22°C et ensemencé de levain lactique.

Le lait est laissé au repos pendant 14 heures, le produit fini doit avoir une acidité de 75°D, on met en rotation des agitateurs pendant 5 minutes avant le soutirage et jusqu'à la fin de l'opération.

Après le conditionnement, le produit est immédiatement acheminé vers la chambre froide maintenue à +10°C. La durée de conservation est de 7 jours au frais.

Ces étapes peuvent être résumées dans la **figure III.9**.

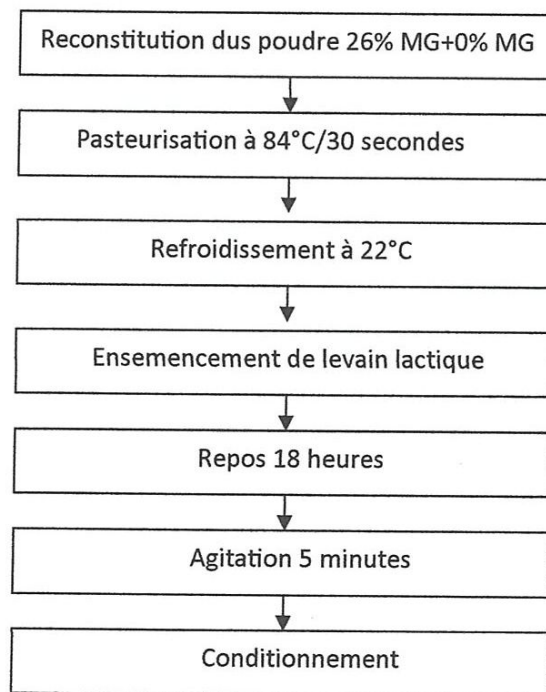


Figure III.9 : schéma de fabrication de l'ben

III.2. Nettoyage et désinfection :

Dans l'industrie laitière, il est très important de nettoyer et de désinfecter d'une manière permanente.

Par définition, le nettoyage est un procédé physique consiste à enlever les souillures, les résidus organiques et les minéraux qui peuvent se déposer sur les surfaces de l'équipement et des locaux en utilisant des produits chimiques tels que les détergents.

Alors que la désinfection consiste à éliminer ou réduire le nombre des microorganismes au moyen de substances chimiques et/ou des traitements thermiques en prenant en considération la nature du résidu ou de la souillure, ainsi que le détergent ou le désinfectant mis en jeu.

Le nettoyage et la désinfection dans SAFIA s'effectuent sur deux niveaux :

- Au niveau de l'équipement ou nettoyage en place (NEP).
- Au niveau des locaux.

III.2.1. Le nettoyage en place NEP :

Le NEP est un ensemble des composants autonomes qui permettent de faire circuler à l'intérieur de l'équipement non démonté la bonne solution de nettoyage et d'assainissement, à la bonne concentration, au bon endroit, à la bonne température, au bon début, avec la bonne action mécanique et pendant le temps de contact nécessaire.

Le NEP dans SAFIA se fait chaque jour, il comprend les étapes suivantes :

- ↻ **Rinçage préliminaire:** se fait par l'eau traitée chauffée à 60°C, pour enlever les souillures non adhérentes.
- ↻ **Nettoyage alcalin:** se fait pour débarrasser les souillures organiques en utilisant comme détergent la soude caustique dans une solution à 1.5 à 2% de concentration, cette dernière est préalablement chauffée à une température de 65°C et envoyée dans un circuit fermé pendant 10 minutes.
- ↻ **Inter rinçage:** est fait pour éliminer les résidus du détergent alcalin. Lorsqu'on récupère les eaux de l'inter rinçage, on peut les réutiliser une autre fois pour le rinçage préliminaire de l'équipement suivant.
- ↻ **Nettoyage acide:** est fait pour débarrasser les souillures minérales, et neutraliser l'installation de toutes traces de soude en utilisant l'acide nitrique à 1.5% de concentration chauffé à 60-65°C, et circulé dans l'équipement pendant 15 minutes.

L'acide est mélangé avec la solution désinfectante pour éliminer tout microorganisme.

- ↳ **Rinçage final:** on utilise dans cette dernière étape l'eau chaude pour éliminer les traces de détergents et neutraliser l'équipement. Lorsque l'eau utilisée sort neutre, on arrête le rinçage.

III.2.2. Nettoyage des locaux :

Le nettoyage des locaux s'effectue d'une façon permanente. Les murs et les sols sont nettoyés et désinfectés en appliquant des actions de brossage et en utilisant l'eau de javel et des désinfectants.

S'il est nécessaire, on effectue un nettoyage par canon à mousse. Il consiste à remplir le réservoir avec de l'eau et le détergent ou le désinfectant, et avec un control de la pression dans l'équipement, l'air comprimé va former une mousse par pressurage de dépôt du produit utilisé, puis on va la projeter vers la cible désirée.

III.3. Tests physicochimiques :

III.3.1. Détermination de la densité et température :

La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence. Le corps de référence est l'eau pure pour les liquides et les solides.

La détermination de la densité du lait est basée sur l'utilisation du thermo-lacto-densimètre en le plongeant dans une éprouvette contenant le lait.

▪ Mode opératoire :

On remplit une éprouvette par le lait à analyser, dans laquelle on fait plonger le thermo-lacto-densimètre.

La température du lait est directement lue sur la partie graduée. La densité est déterminée par la formule suivante (valable que pour une mesure faite à une température entre 10°C et 20°C) :

$$D = D' + [31 - 0.2 (20 - T)]$$

- **D'** : La densité brute (égale 1000).
- **T** : La température du lait.
- **0.2** : Coefficient de correction de température.

III.3.2. Détermination de l'acidité :

III.3.2.1. Acidité ionique :

C'est la concentration des ions H^+ ou H_3O^+ libre dans le lait à analyser.

▪ Mode opératoire :

Après réglage de la température affichée sur le PH mètre, on fait introduire l'électrode de mesure dans le bêcher contenant une prise d'essai de quelque millilitre, le pH est directement lu sur le cadran de l'appareil.

III.3.2.2. Acidité titrable :

C'est la concentration de l'acide lactique dans le lait à analyser.

▪ Principe :

Elle est déterminée en titrant le lait à analyser par l'hydroxyde de sodium en présence de phénol phtaléine comme indicateur de couleur.

▪ Mode opératoire :

Dans un bêcher, on introduit 10 ml du lait à analyser avec la pipette, on ajoute 2 à 3 gouttes de la solution phénol phtaléine puis on titre avec la solution de l'hydroxyde de sodium (9N) jusqu'à au début de virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.

L'acidité est exprimée en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) où 1°D correspond 0.1g d'acide lactique dans un litre du lait.

Le volume en millilitre de la solution NaOH multiplié par dix indique la valeur de l'acidité en degré Dornic.

Remarque : L'acidité est comprise entre

- 15 à 17 $^{\circ}\text{D}$ pour un lait cru
- 14 à 16 $^{\circ}\text{D}$ pour un lait pasteurisé
- 26 $^{\circ}\text{D}$: lait coagulant par chauffage
- 70 $^{\circ}\text{D}$: lait coagulant à température ordinaire

L'acidité est normale

Acidité augmentée
(fermentation lactique,
addition de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

III.3.3. Détermination de la matière grasse (méthode acido-métrique de GERBER) :

Le principe de la méthode de GERBER est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre dans lequel on met le lait avec l'acide sulfurique et l'alcool iso amylique qui sont des agents favorisant la séparation de la matière grasse du lait.

▪ Mode opératoire :

On introduit 10 ml d'acide sulfurique dans un butyromètre (en évitant de mouiller le col. Ensuite, on ajoute 11 ml du lait et 1 ml d'alcool iso amylique. Après bouchage du butyromètre, on procède à l'agitation puis sans laisser refroidir le butyromètre on le met dans la centrifugeuse durant 5 minutes sous une vitesse de rotation de 1200 tours par minute.

A la sortie de la centrifugeuse, on obtient dans la partie graduée du butyromètre une colonne claire et transparente qui correspond la matière grasse excrétée du lait. On lit la hauteur qui atteint cette colonne.

**La teneur en matière grasse du lait exprimé en gramme par litre
égale : $(n - n') \cdot 10$**

- **n** : La valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse transparente.
- **n'** : La valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse transparente.

III.3.4. Détermination de la matière sèche totale :

On entend par la matière sèche du lait, le produit résultant de la dessiccation du lait par la méthode décrite ci-après.

La matière sèche du lait est obtenue par évaporation et dessiccation d'un volume du lait dans des conditions définies avec pesée du résidu.

▪ Mode opératoire

Dans une capsule séchée et tarée à 0.1 mg, on introduit 5 ml du lait avec la pipette, puis on fait placer dans l'étuve à température 103°C plus ou moins 2°C.

On laisse à refroidir pendant 3 heures puis on la pèse.

La matière sèche est exprimée en gramme par litre du lait par la formule suivante :

$$(M' - M) \cdot 1000 / V$$

- **M** : Masse en gramme de la capsule vide.
- **M'** : Masse en gramme de la capsule contenant le résidu après la dessiccation.
- **V** : Volume en millilitre de la prise d'essai.

III.3.5. Détermination de la matière sèche dégraissée :

La matière sèche dégraissée est obtenue par la différence entre la matière sèche totale et la matière grasse.

$$E.S.D = E.S.T - MG$$

- **E.S.D** : Extrait sec dégraissé.
- **E.S.T** : Extrait sec total.
- **MG** : Matière grasse.

III.3.6. Détermination de l'extrait sec total (EST).

L'EST est déterminé selon la formule de *Fleishman* :

$$EST = 2665(D-1) + 1,2 MG.$$

- **D** : Densité,
- **MG** : Matière grasse,
- **EST** : Extrait sec total.

III.4. Tests microbiologiques :

La qualité microbiologique d'un produit alimentaire se présente sous deux aspects : **aspect commercial** qui se caractérise par le risque d'altération et cette qualité est insuffisante si le produit contient un nombre de microorganismes d'altération suffisant pour abaisser sensiblement la qualité organoleptique du produit et **l'aspect hygiénique** qui caractérise le risque pour la santé de consommateur, qui est jugé mauvais si le produit contient des toxines ou un nombre de microorganismes pathogènes.

L'objectif des analyses microbiologiques (contrôle) est de garantir une certaine sécurité hygiénique et un niveau de qualité organoleptique.

▪ Préparation de l'échantillon :

Avant de commencer n'importe quelle analyse microbienne on doit bien préparer l'échantillon à analyser pour garantir que le résultat final est vraie.

- ↪ La prise de l'échantillon au niveau de la réception du lait de collecte s'effectue après avoir agité soigneusement le lait à l'aide :
 - D'un agitateur mécanique du tank, et la prise d'échantillon s'effectuent aseptiquement à partir du robinet d'échantillonnage.
 - D'un matériel stérile dans le cas du bidon.
- ↪ Il est nécessaire de rendre l'échantillon homogène avant de chaque analyse pour ce la agiter soigneusement le sachet du lait avant de chaque analyse.
- ↪ Distribuer aseptiquement l'eau physiologique à raison de 9 ml dans des tubes stériles à température ambiante.
- ↪ Une dilution de 1/10 est obtenue en transférant aseptiquement 1 ml du lait à l'aide d'une pipette stérile dans 9 ml de l'eau physiologique.
- ↪ Pour les autres dilutions (1/100, 1/1000, ...), on prend 1 ml de la dilution précédente et l'introduit dans 9 ml d'eau physiologique.

III.4.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile :

Elle est réalisée sur les produits suivants lait cru, lait pasteurisé conditionné, beurre. Le dénombrement des germes totaux permet d'avoir une idée sur la charge microbienne (degré de contamination) du produit.

▪ Technique d'analyse :

- Régénération de la gélose nutritive (GN) à 100°C puis refroidissement à 60°C.

- Introduction 1 ml des dilutions 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} dans le fond des boîtes de pétri stérile.
- Ecoulement dans chaque boîte de pétri la gélose nutritive en surfusion (ne doit pas être chaude pour éviter la destruction des germes).
- Homogénéisation du contenu des boîtes en faisant des mouvements sous forme de cercle, huit, ...
- Incubation des boîtes (après solidification de la gélose) dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures à 48 heures.

▪ **Lecture :**

Les germes totaux aérobies apparaissent sous forme de colonies blanchâtres de taille et de forme différentes.

On compte le nombre des colonies et on ramène au nombre de germe par ml en tenant compte le degré de dilution.

III.4.2. Dénombrement des coliformes totaux :

Les **coliformes** sont des germes de contamination fécale, ils vivent dans l'intestin de l'Homme et des Animaux. Les coliformes se caractérisent par leurs aptitudes de fermenter le lactose avec production du gaz d'où l'utilisation pour leur recherche des milieux contenant du lactose.

▪ **Technique d'analyse :**

- Introduire 1 ml de chaque dilution du lait sur le fond des boîtes de pétri.
- Couler dans chaque boîte de pétri une couche de gélose Désoxycholate en surfusion.
- Homogénéiser le contenu des boîtes de pétri en faisant des mouvements sous forme de cercle, huit, ...
- Incuber les boîtes (après solidification de la gélose) à 37°C pendant 24 heures.

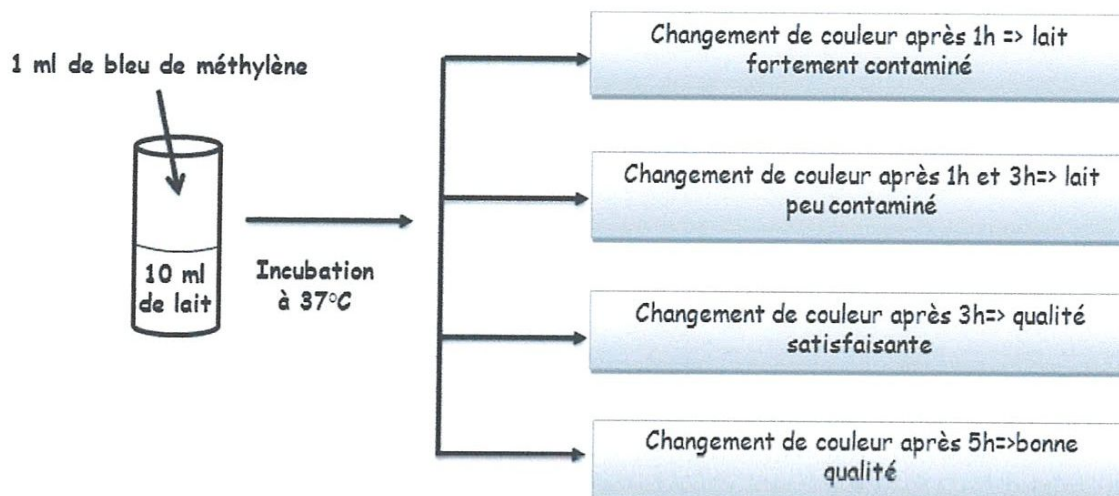
▪ **Lecture :**

- Les colonies apparaissent rouges foncés de 0.5mm de diamètre.
- On compte le nombre des colonies et on ramène au nombre de germe par ml en tenant en compte de la dilution.

III.4.3. Test rapide du lait avec le bleu de méthylène :

Dans ce teste rapide d'évaluation de la charge microbienne, 10 ml de lait sont additionnés de 1 ml de bleu de méthylène et incubés à 37°C dans un bain-marie.

(Réduction de couleur de bleu à blanc)



III.5. Traitement des eaux :

Une eau utilisée dans la production laitière doit être traitée de tous germes et de toutes matières organiques ou matières en suspension, en plus elle doit être adoucie.

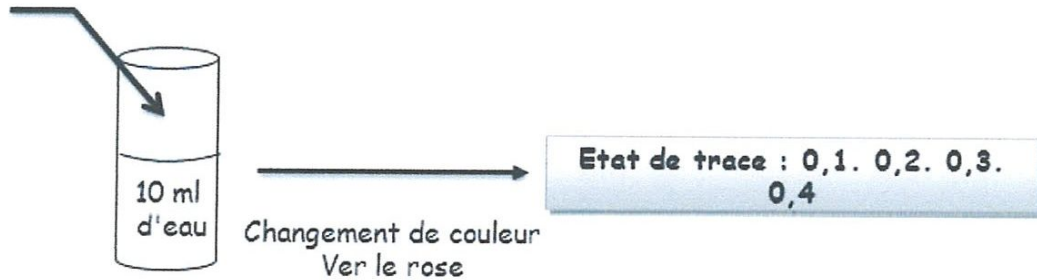
Le traitement des eaux utilisées dans la fabrication du lait au niveau du SAFIA s'effectue comme il suit:

- ❖ L'eau est filtrée des impuretés à travers des filtres à sables et des matières organiques et métaux lourds à travers des filtres à charbon actif sous l'action d'osmose inverse (du plus concentré vers le moins concentré) qui nécessite une pression supérieure à 15 bars, ce qui oblige l'utilisation d'une pompe.
- ❖ Les impuretés vont être éliminées hors de l'installation.
- ❖ L'eau filtrée passe par des résines échangeuses d'ions ou elle va être adoucie.
- ❖ L'adoucissement est un procédé chimique consiste à éliminer les ions Mg^{+2} et Ca^{+2} qui risquent d'endommager la tuyauterie et la canalisation.
- ❖ La résine contient des ions Na^+ , donc elle va capter les ions Mg^{+2} et Ca^{+2} . et donne les ions Na^+ .
- ❖ L'eau passe par une bâche pour éliminer les ions Na^+ .
- ❖ Les eaux ayant une dureté égale à 0 °F seront utilisées au niveau des chaudières, alors que celles ayant une dureté comprise entre 10 et 15 °F seront destinées à la fabrication laitière après l'exposition aux rayons UV afin de préserver l'apport en Ca^{+2} et Mg^{2+} .
- ❖ Après utilisation, les résines sont saturées, donc on doit les régénérer en faisant passer ces résines par un bain saumure qui possède des ions Na^+ ; la résine capte le Na^+ et libère les ions Ca^{+2} et Mg^{+2} .

III.5.1. Teste de chlorure libre d'eau :

Une pastille de DPD No. 1 (N, N-diphénylène-1,4-diamine) dans 10 ml d'eau pour observé la présence de chlore.

Un Comprimé de DPD



La couleur rose très claire (la couleur blanche normale) => absence chlore (état de trace)

- La couleur rose claire => 0,1
 - La couleur rose claire => 0,2
- } Présence de chlore libre

III.5.2. analysé de la stérilisation de l'eau :

- En prépare un boîte de pétrie qui contient un milieu de TGEA
- Introduction de 5 gouttes de l'eau adoucie dans le fond des boîtes de pétri stérile.
- Ecoulement dans chaque boîte de pétri la gélose nutritive en surfusion (ne doit pas être chaude pour éviter la destruction des germes).
- Homogénéisation du contenu des boîtes en faisant des mouvements sous forme de cercle, huit, ...
- Incubation des boîtes (après solidification de la gélose) dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

▪ Lecture :

- Les germes totaux aérobies apparaissent sous forme de colonies blanchâtres de taille et de forme différentes.
- On compte le nombre des colonies et on ramène au nombre de germe par ml en tenant : 1ml = 20 gouttes.

Remarque : pour s'assurer des résultats d'analyse, l'eau sera soumise à des rayons ultra-violet, et l'analyse suivra les mêmes étapes citées dans le paragraphe (III.5.2)

CHAPITRE IV

Résultats et Discussions

IV.1.Introduction :

Au cours de notre stage pratique au sein de l'unité SAFIA et qui a duré 20 jours, nous avons pu suivre le cycle de production de trois produits laitiers; le lait pasteurisé conditionné (LPC), le lait cru (LC) et le l'ben.

Notre objectif était le contrôle de la qualité de ces produits, nous avons fait recours à deux types d'analyse ; analyses physico-chimiques et bactériologiques pour les deux premiers types de produits (LPC et LC) et le contrôle du PH et de l'acidité de l'ben avant et après fermentation.

IV.2.Contrôle des caractéristiques physico-chimiques du (LPC et LC) :

Les caractéristiques physico-chimiques que nous avons pu contrôler sont :

- La couleur, saveur et odcur,
- Le PH,
- L'acidité titrable,
- La teneur en matière grasse,
- La densité,
- Test de bleu de méthylène.

Ces analyses sont faites par rapport au (LPC) et au (LC) en prenant à chaque fois 1litre (1L) de lait pour chaque expérience, ainsi nous avons regroupés les résultats d'analyses (la moyenne de trois essais) pour le (LPC) dans le **tableau (IV.1)**, alors que ceux du (LC) sont regroupés dans le **tableau (IV.2)**.

IV.2.1. Résultats :

Tableau(IV.1) : Résultats d'Analyse Physico-Chimiques du LPC.

Caractéristiques	Echantillons			Normes internationales
	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012	
Couleur	Blanchâtre	Blanchâtre	Blanchâtre	-
Saveur et Odeur	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	-
PH	6,7	6,7	6,69	6.6-6.8
Acidité titrable (°D)	15,5	15,5	15,9	(14-18)°D
Matière grasse g/l	15,1	15	15,2	(15-20) g/l
Densité à 20°C	1028	1031	1031	1028 minimums
Virage de bleu de Méthylène	Après 10h	Après 12h	Après 11h	Après 5 heures

Tableau(IV.2) : Résultats d'Analyse Physico-Chimiques du LC.

Caractéristiques	Echantillons			Normes internationales
	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012	
Couleur	Blanchâtre	Blanchâtre	Blanchâtre	-
Saveur et Odeur	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	Absence d'odeurs et de saveur étrangères	-
PH	6,68	6,7	6,72	6,6-6,8
Acidité titrable (°D)	16.1	16.5	15.5	(14-18)°D
Matière grasse g/l	30	32	30.5	34 minimums
Densité à 20°C	1028	1033	1030	1028 minimums
Virage de bleu de Méthylène	Après 9h	Après 10h	Après 12h	Après 5 heures

IV.2.2.Discussion :

IV.2.2.1.Couleur, Saveur et Odeur :

Les résultats d'analyses de la couleur des deux types de lait (LPC) et (LC) ont révélé qu'elle est blanchâtre et on a marqué une absence totale de toute odeur et de saveur étrangère, résultats conformes aux normes internationales.

IV.2.2.2.PH :

La valeur moyenne du PH du lait pasteurisé conditionné est égale à $6,69 \pm 0,11$ et de lait cru est $6,70 \pm 0,10$.

Le lait serait légèrement plus acide que lait humain et bovin qui a des PH respectifs égaux à 6,6 et 7,01.

Les valeurs de PH relevées par les analyses se rapprochent de celles rapportées par les normes des deux laits (LPC et LC).

IV.2.2.3.Acidité titrable :

Les échantillons de lait (LPC) analysés, présentant une acidité titrable de l'ordre : $15,63 \pm 2,37$.

Les échantillons de lait (LC) analysés, présentant une acidité titrable de l'ordre : $15,96 \pm 2,04$.

IV.2.2.4. Teneur en matière grasse :

La teneur moyenne en matière grasse des LPC analysé se situe autour de $15,1 \pm 4,9$ elle semble considérablement plus faible que celles de lait cru (lait de vache) ($30,83 \pm 3,17$).

IV.2.2.5. Densité :

La valeur de la densité des échantillons de lait (LPC) est égale à 1030 ± 3 , et de (LC) est égale à $1030,33 \pm 5$.

Elle est comparable avec la valeur 1028 rapportées par les normes internationales.

IV.2.2.6. Test de virage de bleu de méthylène :

Le résultat fournit par le test de virage de (BDM) montre que la qualité des laits (LPC) et (LC) est bonne, parce qu'elle a montré une grande stabilité même au delà de l'intervalle cité dans la littérature (5 heures).

IV.3. L'ben :

La production de l'ben, se fait à partir de (LPC), mélange de poudre 26% matière grasse et 0% de matière grasse après homogénéisation des poudres et de l'eau avec des proportions bien déterminées (**c&c III.1.3.3**) on mesure le PH et l'acidité du (LPC) après quoi on ajoute du Levin lactique, le produit ainsi obtenu est laissé une durée de temps (appelé repos) ; dans un intervalle de 12 à 14 heures.

Après cette opération on fait recours à une deuxième mesure des deux paramètres déjà cités (PH et l'acidité), si leurs valeurs sont conformes aux normes, le l'ben est déjà obtenu et il est directement refroidi à 6°C puis il est conditionné. Si non (valeur de PH et de l'acidité dépassent les normes) on les ajuste par une simple addition du lait cru (LC).

IV.3.1.Résultats :**Tableau (IV.3): Contrôle de PH et D'Acidité de L'Ben Avant et Après la Fermentation.**

Caract- éristiques	Avant la fermentation			Après la fermentation			Norme internationale
	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012	
PH	6,5	7,01	6,68	4,28	4,5	4,85	Avant : 6-7
							Après : 4-5
Acidité	15,2	16,2	16	70	72	75	Avant : (16-18)°D
							Après : (70-80)°D

IV.3.2.Discussion :

Après la fermentation nous avons mesuré des valeurs de PH qui sont conformes aux normes et la même constatation a été faite pour l'acidité.

IV.4.Contrôle des caractéristiques bactériologies du (LPC) et (LC) :

Le contrôle des caractéristiques bactériologiques des laits (LPC) et (LC) a été fait suivant la méthode détaillée dans le **paragraphe (III.4)**.les résultats obtenus sont portés dans les **tableaux (IV.4) et (IV.5)**.

IV.4.1. Résultats :

Tableau IV.4 : Résultats d'Analyses Bactériologiques du (LPC).

Détermination	Echantillons			Norme Algérienne	Norme internationales
	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012		
Germe Aérobie à 30°C (germes)	70	50	50	3.10^4	$\leq 30.000/ml$
Germe Aérobie à 37°C (germes/ml)	Abs	Abs	Abs	-	-
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoque (sortie lésine)	Abs	Abs	Abs	1	-

Tableau IV.5 : Résultats d'Analyses Bactériologiques du (LC).

Détermination	Echantillons			Norme Algérienne	Norme internationales
	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012		
Germe Aérobie à 30°C (germes)	3.10^2	2.10^2	$2.6.10^2$	3.10^4	30.000/ml
Germe Aérobie à 37°C (germes/ml)	5	3	2	-	-
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoque (sortie lésine)	Abs	Abs	Abs	1	-

IV.4.2.Discussion :**IV.4.2.2.Germes aérobies :**

D'après les résultats obtenus et suite à l'analyse des différents échantillons collectés soit de lait (LPC ou LC) nous avons constaté que les prélèvements contiennent un nombre de germe qui varie entre 50 germes/ml et 70 germes/ml dans les échantillons de LPC et 2.10^2 germes/ml et 3.10^2 germes/ml dans les échantillons de lait cru.

Ce nombre ne dépasse pas ni la norme algérienne (3.10^4), ni la norme internationale (≤ 30000 germes/ml).

IV.4.2.2.Coliformes fécaux :

Concernant les résultats d'analyses des coliformes fécaux, on marque une absence totale de germes de ce type ce qui prouve l'efficacité du traitement thermique qui détruit la majorité des germes, et le maintient de bonnes conditions hygiéniques telles que la propreté des travailleurs et de leurs vêtements ainsi que la désinfection au préalable du matérielles.

IV.4.2.3.Staphylococciques :

On a aussi noté une absence totale de ces germes dans les trios échantillons, ces résultats indiquent que notre lait est de qualité microbiologique satisfaisante et ainsi il est déclaré bon à la consommation.

IV.5.Stérilisation d'eau :

L'analyse de l'eau destinée à la production du lait se fait quotidiennement. L'eau subit un traitement ; le premier est l'adoucissement, puis elle est ensuite soumise à des rayons ultra-violet.

IV.5.1.Résultats :

Tableau IV.6 : Résultats d'Analyse Bactériologique de l'Eau Adoucie et des l'Eau après Ultra-Violet.

détermination	04/03/2012	08/03/2012	15/03/2012	Normes internationale
Eau adoucie	Abs	Abs	Abs	-
Eau après ultra-violet	Abs	Abs	Abs	≤ 10 germes/ml

IV.5.2.Discussion:

D'après les résultats obtenus et suite à l'analyse des différents échantillons collectés nous avons constaté : L'eau est exempte de toute contamination et elle est alors considérée comme extra pure.

Annexe 1 :

Conservation des produits laitiers en 9 points :

1. Au supermarché, afin de préserver au maximum la chaîne du froid, prenez les produits laitiers frais en dernier et mettez-les le plus rapidement possible au réfrigérateur en rentrant à la maison.
2. Si tous les produits laitiers ne sont pas vendus au rayon frais, une fois ouverts, ils doivent être conservés au réfrigérateur à une température maximum de 8°C pour le beurre, 6°C pour le lait et les différents types de crèmes, de 4°C pour les yaourts et les fromages. Exception faite du lait en poudre.
3. Une fois au réfrigérateur, éloignez les produits laitiers comme lait et fromage des aliments à forte odeur afin que leur goût ne soit pas altéré.
4. Laissez le lait dans son emballage d'origine, protégé de la lumière, afin qu'il garde toute sa saveur et ses propriétés nutritionnelles.
5. Pour les fromages, vérifiez qu'ils sont bien emballés et entourés d'un film plastique pour éviter qu'ils ne s'assèchent.
6. La DLC désigne la *date limite de consommation*, date au-delà de laquelle le produit ne doit pas être consommé. Elle concerne généralement les produits dits ultra-frais.
7. La DLUO, c'est-à-dire la *date limite d'utilisation optimale*, exprimée par la mention « à consommer de préférence avant le », signifie qu'au delà de cette date le produit est encore consommable quelques jours s'il est toujours intact dans son emballage.
8. Il est possible de conserver les produits laitiers au congélateur, notamment le lait et les fromages pendant environ trois semaines, sans qu'ils perdent leurs saveurs. Toutefois, les textures peuvent être altérées.
9. Conservez les crèmes glacées à base de lait au congélateur à une température de -11°C. Évitez de les décongeler et recongeler, sous peine de perdre la texture crémeuse de la glace.

Annexe 2 :

Stabilité du lait à différentes températures en fonction de l'acidité titrable¹ et du pH

pH	Acidité titrable (g/litre)	Température (°C)	Etat du lait
6,6-6,8	1,6-1,8	0-150	Normal
6,4	2,0	110-120	Floculation
6,3	2,2	100	Floculation
6,1	2,4	72-75	Floculation
5,2	5,5-6,0	20	Floculation

Annexe 3 :

Constituants	Concentration (g/l)
Eau	905
Glucides : lactose	49
Lipides	35
Matière grasse proprement dite	34
Lécithine (phospholipide)	0,5
Partie insaponifiable (stéroïls, carotène, tocophérols)	0,5
Protides	34
Caséines	27
Protéines solubles (Globulines, Albumines)	5,5
Substances azotés non protéiques	1,5
Sels	9
De l'acide citrique	2
De l'acide phosphorique	2,6
De l'acide chlorhydrique (Na Cl)	1,7
Vitamines, enzymes, gaz dessous	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non dégraissé	92

Annexe 4 :

Normes microbiologiques du lait pasteurisé internationales (Larouci, 1999)

microorganismes	normes
_ Flore aérobie mésophile.	≤30000/ml.
_ Coliformes.	<10/ml.
_ Germes indologène.	Absent.
_ Staphylocoques aureus.	Absent.
_ Clostridium sulfito-réducteurs.	≤9 spores /10 ml.
_ Clostridium perfringens.	0 spores / 10ml.

Les germes recherchés par rapport aux normes algériennes (journal officiel de la république algérienne N° 35).

Type de lait	Germes	Normes nationales
Lait cru	_ Germes aérobies à 30 °C.	10 ⁵
	_ Coliformes fécaux.	10 ³
	_ Streptocoques fécaux.	Absence /0.1 ml
	_ Stahylococcus aureus.	Absence
	_ Clostridium sulfito-réducteurs à 46 °C.	50
	_ Antibiotiques.	absence
Lait pasteurisé conditionné	_ Germes aérobies à 30°C.	3.10 ⁴
	_ Coliformes.	1 -10
	_ Coliformes fécaux.	Absence
	_ Staphylocoques aureus.	1
	_ Phosphatase.	négatif