

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE**

**PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE**

SOUS LE THEME

La qualité hygiénique du lait cru pasteurisé

PRESENTE PAR:

Mr. KAOUA RAMADAN

Mr. LAHCIENE OMAR

ENCADRE PAR:

Dr. FERNANE .H



Remerciements

Au nom de dieu le clément et miséricordieux, qui par sa grâce on a pu
Réaliser ce travail.

On tient avant tout à remercier nos chers parents, pour leur aide prodiguée tout au long de notre chemin, leur patience, leur soutien financier et moral.

Toute notre gratitude pour **M^{me} Fernane. H** d'avoir accepté de diriger ce travail et pour son attention et son aide qu'elle nous a prodiguées durant l'année.

Nos remerciements s'adressent à monsieur le directeur de l'institut des sciences vétérinaires de TIARET et tous les enseignants qui nous ont assuré une meilleure formation

De vives remerciements sont présentés pour **M^r Benchiha Mohamed** responsable du laboratoire d'analyse microbiologique « GIPLAIT » de Tiaret ; monsieur Timaoui et tous le personnel qui travaillent au niveau de l'unité « GIPLAIT ».

Et Enfin Pour toute personne qui a contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma très chère famille, à mon père **Mohammed** ma mère **Djemaa** À mes sœurs chéries **Zahra, Mebarka, Rahma, Fatiha**, et à mon frère **Abdallah, Salm, Brika, Ali, Mourad, Djamel, Abdelhakim, Mabrouk**,

Je dédie ce travail à la famille **Kaoua**, particulièrement à mon grand frère **Salm** Pour son abnégation durant mon cycle.

Je dédie ce travail à tout mes amis, particulièrement à (**Ammar, Abdelhakim, Zoubir, Khaled, Abdelkader, Abdallah, Fathi, Karim, Laide, Yousef....Extra**, et à mes amies plus particulièrement **Mokhtari, Omar, Abdelkhalek, Abdelaziz**

Je dédie ce travail à toute ma promotion de l'institut vétérinaire de Tiaret

En fin je dédie ce travail à mon encadreur Madame **Fernane Habiba**.

RAMDAN KAOUA

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma très chère famille, à mon père **Allal** ma mère **Fatma** À mes sœurs chéries **Khadija, safia, zaineb, Asmaa** et à mon frère **Rabah, Abdelkader, ben Yamin.**

Je dédie ce travail à la famille **lahciene** particulièrement à mon oncle **mabrouk, Abdelkader** pour son soutien durant mon cycle.

Je dédie ce travail à la famille **lahciene**, particulièrement à mon grand frère **Rabah** Pour son abnégation durant mon cycle.

Je dédie ce travail à ma très chère tante **Massouda**

Je dédie ce travail à tout mes amis, particulièrement à **Mohamed, Zoubir, Abdelhakim, Fuodel, Abdelkader, Khaled**, et à mes amies plus particulièrement **Abdelmadjid, Ramadan, Mokhtari,**

Je dédie ce travail à toute ma promotion de l'institut vétérinaire de Tiaret

En fin je dédie ce travail à mon encadreur Madame **Fernane Habiba.**

OMAR LAHCIENE

Sommaire

Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Remerciements	B
Dédicaces.....	C
Sommaire.....	E
Sommaire.....	E
Liste des abréviations	E
Listes des figures	E
Liste des tableaux	E
List des abréviations:.....	H
Listes des figures :.....	J
Liste des tableaux :	K
Introduction	1
CHAPITRE I: GENERALITE	2
I-1-définition	2
I.2. Composition du lait.....	2
I.2.1. Glucides	3
I.2.2. Protéines :.....	4
I.3. Propriétés physico-chimiques du lait.....	8
I.4. Qualité organoleptique du lait.....	11

I.4.1. La couleur	11
I.4.2- L'odeur :	11
I.4.3- La saveur.....	11
I.4.4-La viscosité	12
I.5. Composition biologique du lait.....	12
I.6. Les différents laits de consommation	13
I.6.1. Les laits liquides	13
I.6.2. Les laits concentrés	15
I.6.3. Le lait en poudre (lait totalement déshydraté)	16
I.6.4. Les laits aromatisés :	17
I.6.5. Les laits infantiles	17
II.1. Les types des traitements du lait :.....	19
II.1.1. Clarification	19
II.1.2. Standardisation - écrémage.....	20
II.1.3. L'homogénéisation	22
II.1.4. La pasteurisation :	23
II.1.5. La stérilisation :	27
II.1.6. La concentration :	30
II.1.7. La dessiccation :	30
II.2. Qualité du lait :	31
II.2.1. Qualité hygiénique :	31
II.3. Traitement thermique du lait :	32
II.3.1-Laits pasteurisés :	32

II.3.2.Lait stérilisé :	35
II.4. la qualité hygiénique dans l'industrie laitière.....	36
II.4.1. Qualité de la matière première	36
II.4.3. Facteur influençant la vitesse de nettoyage.....	38
II.4.4. Hygiène de l'ambiance.....	38
II.4.5. Hygiène du personnel	39
Chapitre III : Matériels et Méthodes.....	41
III. 1. Conditions expérimentales :	42
III .2 . Méthodes et procédés utilisés à l'unité :	42
III.2. 1. Le lait de vache pasteurisé :.....	42
Chapitre IV : résultats et discussion.....	51
IV.1. Analyses physico-chimiques :.....	52
IV.2. Analyses bactériologiques :	53
Conclusion :.....	55
RECOMMANDATIONS.....	56
Références bibliographiques	57

List des abréviations:

% :	Pourcentage.
°C :	Degré Celsius.
°D :	degré Dornique.
µg :	microgramme.
µm :	micromètre.
Cal :	Calorie.
Cl:	Chlore.
DLC :	D ate L imite de C onsommation
EST :	E xtrait S ec T otal.
FAO :	organisation des nations pour l'alimentation et agriculture.
g /l:	gramme par litre.
G:	Gramme.
HTST:	H igh T emperature S hort T ime
h :	heurs.
H₂O :	Eau.
H₂SO₄:	Acide sulfurique.
JORA :	J ournal O fficial de République Algérienne.
K :	Potassium
L :	Litre.
M.G :	M atière G rasse.

M.S :	Matière Sèche.
Min :	Minute.
ml :	millilitre.
Mm :	Millimètre.
Na :	Sodium
NaCl :	Chlorure de sodium.
NaOH :	Solution d'hydroxyde de sodium.
O :	Oxygène
PH :	Potentiel Hydrogène.
Sec :	Seconde.
T° :	Température.
U.I :	Unité Internationale
UHT :	Ultra Haute Température.

Listes des figures :

Figure N° 1:	Principe de fonctionnement d'un séparateur centrifuge	25
Figure N° 2:	Principe de standardisation directe de la crème et du lait	25
Figure N° 3:	Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur	26
Figure N°4:	Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque	29
Figure N° 5:	Diagramme de fabrication du lait pasteurisé	31
Figure N° 6 :	Camion citerne	46
Figure N° 7 :	Pesée du lait (quantité) et citerne de stockage (lait de vache)...	47
Figure N° 8 :	Eprouvette et burette graduée et Réactives	48
Figure N° 9 :	Lacto densimètre et Centrifugeuse	48
Figure N° 10 :	Phénol phtaléine +Titrage par NAOH → couleur rose claire ...	49
Figure N° 11 :	lactodensimètre	50
Figure N° 12 :	Produit utilisés butyromètre et centrifugeuse et séparation des couches	51
Figure N° 13 :	stockage du lait de vache	52
Figure N° 14 :	Pasteurisation du lait et réglage de l'appareil	52
Figure N° 15 :	Refroidissement et Bac de lait	53
Figure N°16 :	Conditionnement	53
Figure N°17 :	Commercialisation	54
Figure N°18 :	processus de fabrication –lait cru pasteurisé.....	54

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Composition moyenne du lait entier (*FREDOT, 2006*)..... 7

Tableau 2: Composition minérale du lait de vache (JEANTET et coll., 2007).... 11

Tableau N° 3 : Contrôle de stérilisation et de pasteurisation selon [LARPENT, 1997]..... 40

Tableau N° 4 : le suivi du contrôle physico-chimique du lait cru56

Tableau N°5 : Résultats des analyses bactériologiques du lait cru (le lait de mélange) après pasteurisation 57

Introduction

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme, car c'est un aliment complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation. 100g de lait contient 87g d'eau et 13g de matières sèches. En outre sa composition est équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides), en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire.

De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés.

Pour que le lait devienne consommable il doit être sain, pur et de bonne qualité, bactériologique ou hygiénique. Cependant cet aliment constitue un milieu de culture idéal pour les microbes en provenance de l'air, des poussières, du matériel, du trayeur et de la peau de l'animal entre autres.

Il est nécessaire et avant consommation de cet aliment d'appliquer un contrôle initial de la qualité microbiologique et physicochimique afin d'assurer et de garantir une certaine sécurité hygiénique et un niveau de qualité organoleptique.

L'objectif de notre travail effectué au niveau de l'unité GIPLAIT de TIARET est d'évaluer la qualité hygiénique du lait cru pasteurisé de vache avant et après traitements physico-chimiques et du lait reconstitué après pasteurisation voir donc son efficacité ; car selon (VEISSEYRE, 1975) Pasteuriser le lait c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur la presque totalité de sa flore banale, la totalité de sa flore pathogène quand elle existe, toute en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait, à ses équilibres chimiques, ainsi qu'à ses éléments biochimiques : les diastases et les vitamines .

CHAPITRE I: GENERALITE

I-1-définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (*POUGHEON et GOURSAUD, 2001*).

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

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

I.2. Composition du lait

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet. Protides, glucides, lipides, sels minéraux et vitamines sont présents à des concentrations tout à fait suffisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire (Larpen, 1997).

Le lait est un système colloïdal constitué d'une solution aqueuse de lactose, de matières salines et de plusieurs autres éléments à l'état dissous, dans laquelle se trouvent des protéines à l'état de suspension et des matières grasses à l'état d'émulsion. L'extrait sec total du lait est en moyenne de 13,1% et l'extrait sec dégraissé (sans matière grasse) est de 9,2%. La composition générale du lait est présentée au tableau 1, dont les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : races animales, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la

composition exacte d'un échantillon de lait peut s'obtenir que par analyse (M.ansart et al, 1997). Cette composition du lait varie en fonction de l'alimentation, le stade de lactation, l'état sanitaire de la vache, la saison et la race de l'animal. La composition d'un litre de lait de vache est donnée dans le tableau suivant :

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

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

I.2.1. Glucides

Le lactose est le constituant majeur de la matière sèche du lait. Sa teneur s'élève, en moyenne à 50 g/l de lait. D'autres sucres sont également présents mais seulement en faible quantité. Le lactose est le substrat de fermentation pour les bactéries lactiques. (**Benateya, 1986**)

Les principaux utilisateurs de lactose sont :

L'industrie pharmaceutique (lactose codex). Médicaments dispersés dans une base de lactose (comprimés)

Pâtisserie crèmes glacées (modifie la texture) confiserie : modifie la cristallisation des autres sucres fixateurs de colorants et d'arômes protecteurs de substances thermosensibles (enzymes) au cours de séchage charcuterie et salaisons (**CIDIL, INRA, 1991**).

I.2.2. Protéines :

Il existe deux catégories de protéines :

I.2.2.1. Les caséines :

Ce sont des protéines synthétisées par la glande mammaire. Elles se trouvent sous la forme d'agrégats appelés micelles, et jouent un rôle essentiel dans l'alimentation du nouveau-né en apportant des acides aminés essentiels et des minéraux.

I.2.2.2 Les protéines solubles :

Ce sont des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riche en acides aminés soufrés, lysine et tryptophane. Elles ont des propriétés fonctionnelles remarquables. Ce sont des protéines sensibles à la dénaturation thermique. L'apparition de technologies nouvelles permettant de les récupérer et les purifier, a suscité un très grand intérêt pour ces protéines.

Les protéines laitières représentent près de la moitié consommées en Europe. Les besoins en protéines sont difficiles à définir chez l'homme. Les effets d'un déficit sont relativement bien connus contrairement aux conséquences d'une surconsommation.

Les protéines du lait comprennent 8 à 10 acides aminés indispensables. Parmi eux, la thréonine et la lysine sont particulièrement indispensables. L'histidine est plus indispensable chez le nourrisson qui triple son poids en un an et la méthionine chez le vieillard.

a. Apport conseillé :

0,57g de protéine de référence /kg PV/ j chez l'homme

0,52g de protéine de référence /kg PV/ j chez la femme.

Les protéines du lait ont une composition en acides aminés voisine de celle de l'œuf ; elles sont déficientes en acides aminés soufrés mais riches en lysine ; le lait est donc le complément idéal des céréales

b. Utilisation industrielles des protéines du lait**b.1. Les caséines**

Elles sont utilisées avant tout en alimentation humaine : laits, fromages, poudres, La production de caséines industrielles est en dent de scie.

b.2. La caséine acide

Préparée par abaissement du pH à 4,6, lavage du précipité, séchage et broyage. Cette caséine est totalement déminéralisée. C'est la caséine isoélectrique, très peu soluble dans l'eau.

b.3. Les caséinates

S'obtiennent par neutralisation à la soude ou à la potasse de la caséine acide. On obtient un produit soluble : la caséinate de sodium ou de potassium. La solution neutralisée est alors séchée en tour Spray ou thermo extrudée.

Les caséinates se caractérisent par leurs propriétés physico-chimiques et fonctionnelles.

b.4. Caséine présure

Le coagulum est obtenu par action de la présure sur le lait écrémé et très riche en minéraux. Après traitement par le formol, la formation de liaisons méthylènes entre les chaînes protéiques donne une matière plastique très dure (CIDIL, INRA, 1991).

I .2 .3. Lipides

Ce sont surtout les lipides qui ont depuis plusieurs années parmi les composants du lait, retenaient l'attention des producteurs, des économistes, des organismes de réglementation, des consommateurs, Aujourd'hui, la situation est bien différente : surproduction de matières grasses d'origine animale, excès de lipides dans notre alimentation, intérêt pour les autres constituants du lait et en particulier les protéines, nouvelles habitudes alimentaires,

Deux types d'acides gras :

Les acides gras saturés

Les acides gras insaturés

Les produits laitiers sans matière grasse

Grace à l'évolution de la réglementation, de nombreux produits laitiers partiellement ou totalement dégraissés sont apparus sur le marché.

Les lipides d'origine laitière ne soulèvent pas d'objection particulière sur le plan nutritionnel. Ils ont même des avantages : facilité d'assimilation et sources de vitamines (A, D, E essentiellement).

La consommation de produits laitiers sans matières grasses n'a qu'une incidence limitée sur le niveau global d'ingestion de lipides alors qu'elle prive l'organisme d'une source de vitamines liposolubles importantes (CIDIL, INRA, 1991).

I.2 .4. Minéraux du lait

Les minéraux, entièrement apportés par notre alimentation, ont un rôle structurel (os) mais sont souvent impliqués dans de nombreux mécanismes physiologiques (régulation nerveuse, contraction musculaire, régulation enzymatique).

Le lait apporte de très nombreux minéraux. Les plus importants sont le calcium (1,2g/l) et le phosphore (0,9g/l), le potassium, le magnésium et le chlore.

Dans le lait $Ca/P=1,3$. Chez le jeune en croissance, ces deux minéraux sont retenus de façon optimum lorsqu'ils se trouvent ensemble dans un rapport compris entre 1,6 et 1,8. Le fait que près des 2/3 du calcium et du phosphore soit sous forme liée aux micelles de caséine, favorise leur absorption.

La présence de lactose, en solubilisant les sels de calciums, est également un facteur favorable à l'assimilation du calcium d'origine laitière.

En Europe les produits laitiers couvrent plus de la moitié des besoins journaliers en calcium (intérêt chez le jeune et le vieillard).

Le lait apporte également des oligo-éléments, à l'état de traces : Zinc, Cuivre, Iode. Il est cependant carencé en fer. Un régime exclusivement lacté serait anémique (CIDIL, INRA, 1991).

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

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

I .2.5. Vitamines

La plupart des vitamines sont présentes dans le lait : hydrosolubles (groupe B et vitamine C) et liposolubles (vitamine A, D, E et K).

Les vitamines hydrosolubles sont présentes en quantité constante car leur taux ne dépend guère des influences extérieures. Au contraire, les vitamines liposolubles sont sujettes à des variations importantes car leur taux dépend de nombreux facteurs exogènes : races, alimentation, radiations solaires,

Les vitamines du lait les plus importantes sont :

Vitamine A (=rétinol=axérophtol). Action antixérophtalmique, protection de la peau et des muqueuses, action sur la croissance. Elle est sensible à la chaleur et très sensible aux UV.

vitamine B1 (=thiamine). Intervient dans de nombreuses réactions du métabolisme intermédiaire et sa carence est responsable du bériberi. C'est la plus thermosensible des toutes les vitamines.

Vitamine B2 (=riboflavine). On la rencontre surtout dans les fromages à moisissures externes (camembert) ou internes (bleus). De couleur jaune – vert, elle est très sensible à la lumière. Elle intervient dans différents métabolismes.

Vitamine B12 (=cobalamine). La quantité contenue dans un litre de lait couvre 100% des besoins de l'homme.

Vitamine D (=calciférol). C'est la vitamine antirachitique intervenant sur le métabolisme du calcium et du phosphore. La teneur du lait en vitamine est très variable.

Vitamine E. Le lait possède de nombreux composés ayant une activité vitaminique E = tocophérols. Le plus actif est l'alpha-tocophérol. Action antioxydant.

Il existe des laits à teneur garantie en vitamines. Ce sont des produits diététiques (CIDIL, 1991).

I.3. Propriétés physico-chimiques du lait

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les

traitements et opérations technologiques adaptés (Cheftel Jean Claude, Tec et Doc Lavoisier, 1977).

I.3.1. Acidité du lait

Le pH (acidité active) d'un lait normal varie de 6,2 à 6,8, mais la majorité des laits ont un pH entre 6,4 et 6,6. Le colostrum est plus acide que le lait normal, tandis que le lait de fin de lactation et celui de vaches malades ont généralement un pH plus élevé, se rapprochant du pH du sang. Tous les constituants capables de se combiner à des ions basiques contribuent à l'acidité du lait. C'est l'équilibre entre les constituants basiques (sodium, potassium, magnésium, calcium et hydrogène) et les constituants acides (phosphate, citrates, chlorures, carbonates, hydroxydes et protéines) du lait qui en détermine l'acidité. Ces deux groupes de constituants peuvent exister dans toutes les combinaisons.

Il faut reconnaître aussi que ces combinaisons varient en degré d'ionisation, en constante de dissociation et en produit de solubilité. Il convient également de noter que le degré de dissociation augmente avec la neutralisation ou le pH et que les sels calciques sont moins dissociés que les sels de sodium et de potassium. C'est pour cette raison que dans le lait, surtout en milieu acide, il y a prédominance de sels de calcium qui tendent à se combiner aux protéines.

L'acidité du lait exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30. La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%. Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05-0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%). L'acidité du lait peut aussi être exprimée en degré Dornic. Un lait frais peut avoir comme acidité entre 16 et 18°Dornic (avec 1°D=0,1g d'acide lactique par litre).

En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement au changement de l'acidité au cours des traitements. En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des constituants du lait. Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates.

Le développement des bactéries lactiques dans le lait transforme le lactose surtout en acide lactique. Selon l'utilisation du lait, on peut développer son acidité. (Mathieu, 1998).

I.3.2. 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. Cette constante résulte du fait que la pression osmotique du lait est maintenue en équilibre avec celle du sang. 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 à -0,56 ; toute variation supérieur à - 0,52°C étant un indice de mouillage. Il permet la détection du mouillage du lait à partir 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 (M.ansart et al, 1997).

I.3.3. Point d'ébullition

A 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 (M.ansart et al, 1997).

I.3.4. Densité du lait

Le poids d'une substance par unité de volume est la masse volumique ; tandis que la densité est le rapport de la masse volumique avec celle de l'eau. Etant donné que la masse volumique de toute substance varie avec la température, il importe de spécifier cette dernière en rapportant les résultats. En pratique, la masse volumique de l'eau à 4°C est 1000g/l et par conséquent, à cette température, la densité et la masse volumique de l'eau sont identiques.

La densité du lait à 15°C est en moyenne 1,032 (1,028-1,035). Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car

autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y'a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible. La densité des constituants laitiers à 30°C s'établit comme suit :

- ❖ Matières grasses (MG) : 0,913 ;
- ❖ Extrait sec dégraissé : 1,592 ;
- ❖ Lactose : 1,63 ;
- ❖ Protéines : 1,35 ;
- ❖ Cendres : 5,5 (**Tec à doc – Lavoisier, 1977**).

I.4. Qualité organoleptique du lait

(**VIERLING 2003**) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

I.4.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**FREDOT, 2005**)).

REUMONT(2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

I.4.2- L'odeur :

Selon (**VIERLING 2003**), l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

I.4.3- La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés,

etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**THIEULIN et VUILLAUME, 1967**)

I.4.4-La viscosité

RHEOTEST (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée.

I.5. Composition biologique du lait

Le lait est un aliment biologique qui présente un intérêt nutritionnel évident. Sa composition, ses propriétés physico-chimiques font un milieu très favorable à la multiplication des micro-organismes. Néanmoins, la multiplication des micro-organismes naturellement présents dans le lait ne débute pas immédiatement après la traite en raison des propriétés bactériologiques naturelles du lait. Cette protection est efficace pendant les heures qui suivent la traite. Il faut profiter de cette période pour refroidir le lait afin de freiner la croissance microbienne (**Faye et Loiseau, 2002**).

Flore du lait

Le lait est par sa composition un milieu très favorable au développement des micro-organismes (**Guiraud, 1998**).

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 5000germes/ml et moins de 1 coliformes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores ; *microcoques*, *streptocoques* lactiques et *lactobacilles* (**Guiraud, 1998**).

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes pour l'homme, il peut s'agir par exemple d'agents de mammite, de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en absence d'anomalie du pis tels que les *salmonelles*, les *brucelles* et les *bacilles tuberculeux*. Les germes ordinaires du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait. Les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxications graves qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs (**Bourgeois et al, 1996**).

I.6. Les différents laits de consommation

Cru, frais pasteurisé, U.H.T., le lait que le consommateur peut trouver dans les commerces de détail (traditionnels ou grandes surfaces) est resté de bout en bout de la chaîne de traitements qu'il a subis, un produit naturel.

En fait, cette diversification des laits est encore plus large puisqu'il existe également des laits aromatisés et des laits "diététiques" et "infantiles" qui font l'objet d'une législation spéciale. Le consommateur d'aujourd'hui a donc la possibilité de choisir, entre les divers types de laits conditionnés, celui qui convient le mieux à ses goûts, son style de vie, son régime alimentaire ou... son humeur du moment (**CIDIL, 1993**).

I.6.1. Les laits liquides

Dans cette catégorie, le consommateur a le choix entre quatre types de laits différents par le traitement de conservation qu'ils ont subi : le lait cru, le lait frais pasteurisé, le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT.

Chacune de ces catégories (sauf la première) peut avoir fait l'objet d'une modulation de la teneur en matière grasse. (**CIDIL, 1993**).

I.6.1.1 Le lait cru :

C'est un lait qui n'a subi aucun autre traitement de conservation que la réfrigération à la ferme. Les laits vendus crus doivent obligatoirement répondre à des prescriptions réglementaires concernant leur composition et l'état sanitaire des vaches dont ils proviennent. La mention "lait cru" ou "lait cru frais" figure obligatoirement sur leur emballage, signalé par une bande ou une étiquette jaune.

Ils portent une date limite de vente correspondant au lendemain du jour de la traite. Le lait cru, porté à ébullition avant consommation, doit être conservé au réfrigérateur, et consommé dans les 48 heures.

L'ébullition domestique est la méthode de conservation la plus ancienne et la plus connue. Elle consiste à porter le lait à une température voisine de 100 ° C pendant quelques minutes, puis à le refroidir le plus rapidement possible. Pratiquée sur le lait cru, elle est inutile pour tous les autres types de lait.

I.6.1-2-Lait pasteurisé :

la pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des micro-organismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier **HARDING (1995)**.

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) (**JEAN CHRISTIAN, 2001**).

D'après **JEANTET et coll. (2008)**, on distingue trois types de traitements :

- a- Pasteurisation basse (62-65°C/30min)** : elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.
- b- Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (High temperature short time)** : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La date limite de consommation (**DLC**) des laits ayant subi une pasteurisation haute est 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium).
- c- Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s)** : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

I.6.1-3-Lait stérilisé

LESEUR et MELIK (1999) ont montré que selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé **UHT**. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

- a- **Lait stérilisé** : C'est un lait conditionné- stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes les microorganismes pathogènes.

La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant une vingtaine de minutes.

- b- **Lait stérilisé UHT** : C'est un lait traité par la chaleur, qui doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes.

Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135-150°C pendant 2 à 5 secondes environ (**LESEUR et MELIK, 1999**)

I.6.2. Les laits concentrés

Le lait concentré peut être sucré et être une sorte de confiture de lait présentée le plus souvent en tube ou en berlingots. C'est un produit non stérile. Il peut également être ordinaire c'est-à-dire non sucré et est alors stérilisé dans des boîtes métalliques. Les traitements de déshydratation subis permettent leur conservation prolongée : plus d'un an à température ambiante, emballage fermé. Une fois l'emballage ouvert, il devient nécessaire de les conserver au réfrigérateur. Trois jours pour le non sucré, une semaine pour le sucré (**CIDIL, 1993**).

I.6.2.1. Lait concentré

Le produit fini contient en poids, au moins 7,5% de matière grasse et au moins 25% d'extrait sec total provenant du lait. La mention « non sucré » est facultative.

I.6.2.2. Lait concentré écrémé : C'est le lait partiellement déshydraté contenant, en poids, au maximum 1% de matière grasse et au moins 20% d'extrait sec total provenant du lait.

I.6.2.3. Lait concentré partiellement écrémé : C'est le lait partiellement déshydraté contenant, en poids, au moins 1% et moins de 7,5% de matière grasse, et au moins 20% d'extrait sec total provenant du lait.

I.6.2.4. Lait concentré riche en matière grasse : C'est le lait partiellement déshydraté contenant, en poids, au moins 15% de matière grasse et au moins 26,5% d'extrait sec total provenant du lait.

I.6.2.5. Lait concentré sucré : A la différence du précédent il ne subit pas de stérilisation car le sucre, en remplaçant partiellement l'eau, empêche les micro-organismes de se multiplier. Après standardisation et pasteurisation, il est sucré par l'adjonction de saccharose (sucre mi-blanc, sucre blanc ou sucre blanc raffiné). Il est ensuite concentré sous vide partiel, et enfin refroidi avant le conditionnement. Il contient, en poids, un taux supérieur ou égal à 8% de matière grasse et un taux supérieur ou égal à 24% d'extrait sec provenant du lait.

I.6.2.6. Lait concentré sucré partiellement écrémé : C'est le lait partiellement déshydraté additionné de saccharose (sucre mi-blanc, sucre blanc ou sucre blanc raffiné). Il contient, en poids, entre 1 % et 8 % de matières grasses, et au moins 24 % d'extrait sec total provenant du lait.

I.6.2.7. Lait concentré sucré écrémé : C'est le lait partiellement déshydraté additionné de saccharose (sucre mi-blanc, sucre blanc ou sucre blanc raffiné). Il contient, en poids, au maximum 1% de matière grasse et au moins 24% d'extrait sec total provenant du lait (**CIDIL, 1993**).

I.6.3. Le lait en poudre (lait totalement déshydraté)

C'est le traitement de déshydratation presque totale qui assure une longue conservation: jusqu'à un an dans un endroit sec et frais, emballage fermé. Il est donc d'un intérêt considérable car il permet le stockage et le transport à moindre coût.

Après ouverture de l'emballage, la durée de conservation varie avec la teneur en matière grasse: une dizaine de jours pour le lait entier, deux semaines pour le demi-écrémé, 25 jours pour l'écémé (**CIDIL, 1993**).

On distingue les laits en poudre suivants :

Le lait en poudre riche en matières grasses ou poudre de lait riche en matière grasses : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 42% de matières grasses.

Le lait en poudre partiellement écrémé ou poudre de lait partiellement écrémé lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1.5% et inférieure à 26%.

Le lait en poudre écrémé ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses (**CIDIL, 1993**).

I.6.4. Les laits aromatisés :

Cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées, préparées à l'avance constituées exclusivement de lait, écrémé ou non, additionné de substances aromatiques naturelles. C'est essentiellement des laits chocolatés ou cacaotés ainsi qu'un peu de laits aux fruits ou aux essences de fruits.

I.6.4.1. La composition est la suivante :

Lait 1 /2 écrémé (1 à 1.5% de MG)

Cacao (1.5 à 2% de MG)

Saccharose (5 à 6% MG)

I.6.4.2. Stabilisants :

Alginate, pectine, amidon .Leurs conditions de conservation sont les mêmes que celles du lait stérilisé. Leur conditionnement porte obligatoirement une date de durabilité minimale.

I.6.5. Les laits infantiles

Leur dénomination légale est "aliments lactés diététiques pour nourrissons". Ces laits en poudre sont en effet des produits spécialement conçus pour s'adapter aux besoins physiologiques spécifiques des nourrissons.

Il existe deux catégories de laits infantiles : les laits maternisés très proches du lait de femme par leur composition, qui sont destinés à remplacer l'allaitement maternel quand celui-ci n'est pas possible, chez les enfants de moins de 5 mois.

Les laits de 2ème âge, eux, destinés aux bébés de plus de 54 mois, et conçus pour réaliser une transition entre l'allaitement maternel et le lait de vache. Les laits infantiles sont régis par une législation particulière (**CIDIL, 1993**).

CHAPITRE II :

LE LAIT A LA LAITERIE

(LES TRAITEMENTS)

Chapitre II : Le lait a la laiterie(les traitements)**II.1. Les types des traitements du lait :**

Le lait, liquide biologique, très riche en éléments nutritifs, contient également, dès sa sortie de la mamelle, des micro-organismes (moisissures, levures, bactéries), susceptibles de développement ultérieur. Parmi ceux-ci, certains sont utiles (ferments lactiques,...), d'autres sont nuisibles à la qualité du produit, et il peut tout à fait exceptionnellement s'en trouver de pathogènes, c'est-à-dire dangereux pour la santé. Le développement des micro-organismes doit donc être stoppé dans le double but de garantir la sécurité du consommateur, et d'assurer la durée de conservation du produit.

Pour atteindre ce but, le lait est soumis à différents traitements, tous physiques (action sur la température, dessiccation,...) qui ne font appel à aucun procédé chimique.

Ces traitements interviennent après standardisation de la matière grasse (pour tous les laits), et éventuellement écrémage total ou partiel.

La plupart des laits bénéficient, également, d'une homogénéisation. (**CIDIL, INRA, 1993**).

II.1.1. Clarification

La clarification est l'opération par laquelle le lait est soumis à une force centrifuge dans le but d'en extraire les particules plus denses, tels les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères. Sans ce traitement, ces particules sédimenteraient dans le lait homogénéisé, au point de devenir visibles dans les contenants transparents.

Le principe de fonctionnement d'un clarificateur est identique à celui d'un séparateur centrifuge (**Figure 1**). La différence caractéristique entre un clarificateur et un séparateur centrifuge réside dans la conception de la pile de disques : sans orifices de distribution sur le clarificateur et le nombre d'orifices de sortie (un seul sur le clarificateur, deux sur le séparateur).

Le choix de la localisation du clarificateur peut dépendre de certains facteurs, dont la capacité de l'appareil et la méthode de standardisation. La clarification se fait à l'une ou l'autre des étapes suivantes :

A la réception, avant le stockage du lait cru;

Entre le stockage et la standardisation;

Entre la standardisation et l'entrée du pasteurisateur;

Entre la section de régénération et la section de chauffage du pasteurisateur à plaques; dans ce cas, l'appareil est généralement une combinaison séparateur-clarificateur (La Fondation de technologie laitière du Québec et Les Presses de l'Université Laval ,1984).

II.1.2. Standardisation - écrémage

La standardisation peut se faire en cuvée ou en continu. Dans le premier cas, il s'agit de mélanger dans un réservoir du lait entier, du lait écrémé ou encore de la crème dans des proportions calculées pour arriver au pourcentage de matière grasse désiré dans le mélange. (La Fondation de technologie laitière du Québec et Les Presses de l'Université Laval ,1984)

La législation européenne détermine avec précision, le taux de matières grasses que doit contenir le lait : par exemple 36 g/l pour le lait entier. Or le lait sortant du pis de la vache contient de 30 à 70 g ou plus de matière grasse par litre (selon la race, le mois de lactation et l'alimentation de la vache).

Pour corriger cette irrégularité, on procède à la standardisation, un traitement physique qui consiste à faire passer directement le lait en flux continu dans une écrémeuse standardisatrice utilisant le principe de la force centrifuge.

Tous les laits passent dans l'écrémeuse - standardisatrice d'où ils ressortent avec les teneurs en matières grasses définies par la réglementation soit entier, soit ½ écrémé, soit écrémé. (CIDIL, INRA, 1993).

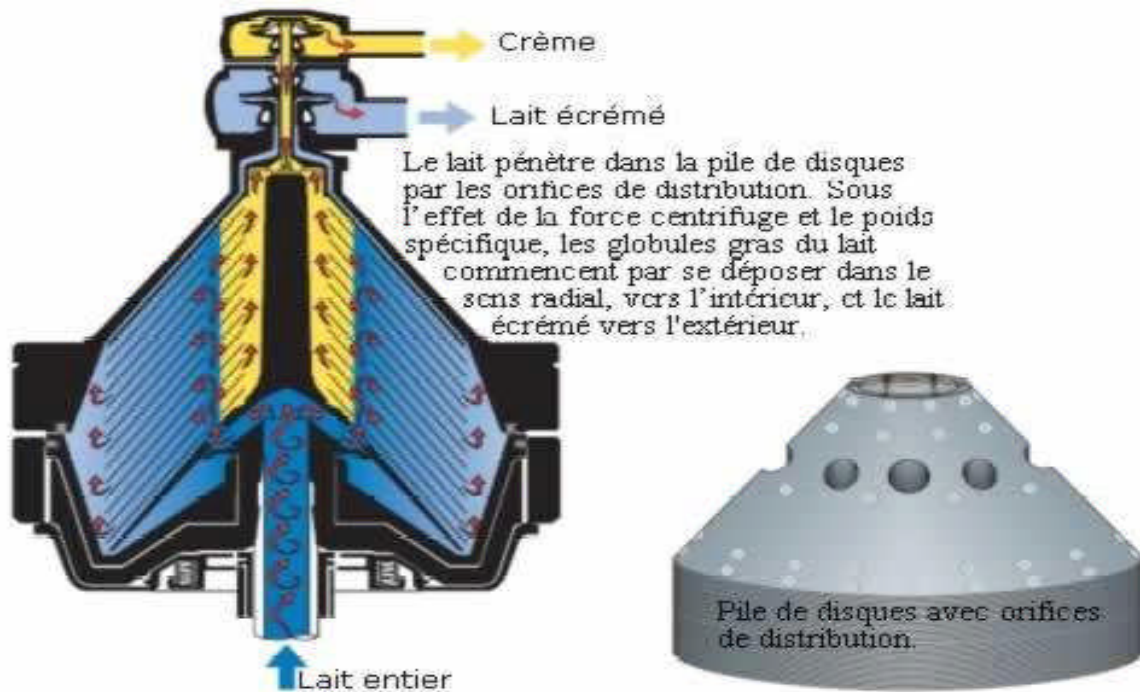


Figure N° 1: Principe de fonctionnement d'un séparateur centrifuge

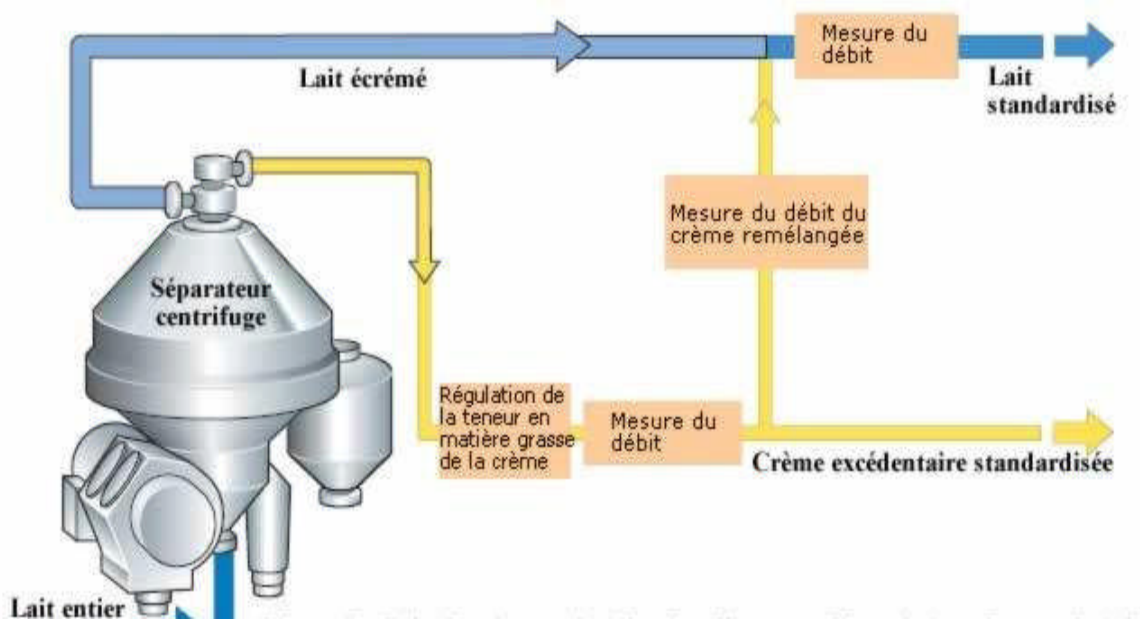


Figure N° 2: Principe de standardisation directe de la crème et du lait

II.1.3. L'homogénéisation

L'homogénéisation est une opération qui sert à empêcher les globules gras de remonter à la surface du lait en réduisant leur diamètre. Elle est obtenue en faisant passer le lait sous pression élevée à travers des orifices ou valves très étroits. (Figure 3). (La Fondation de technologie laitière du Québec et Les Presses de l'Université Laval, 1984)

La matière grasse du lait, sous forme de globules gras plus légers que l'eau, a tendance à remonter à la surface.

Pour l'éviter, on procède à un traitement physique : l'homogénéisation.

Il s'agit d'un laminage (sous 200 kg de pression) destiné à diviser les globules des matières grasses en très fines particules.

Tous les laits stérilisés et stérilisés UHT sont standardisés et homogénéisés.

Tous les laits pasteurisés sont standardisés et très fréquemment homogénéisés. (CIDIL, INRA, 1993).

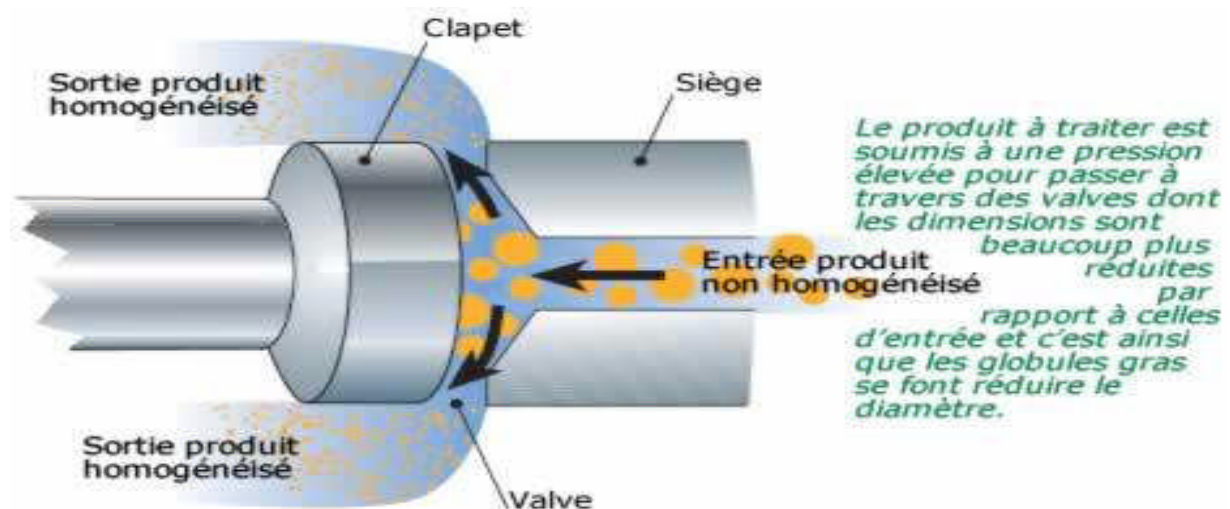


Figure N° 3: Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur

Ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse.

Une conséquence physico-chimique de l'homogénéisation est qu'elle affecte quelque peu la stabilité des protéines, en ce sens que le lait homogénéisé se coagule plus facilement, sous l'influence de la chaleur par exemple, que le même lait non homogénéisé. Le lait homogénéisé donnera un caillé fin, mou, plus poreux et perméable.

L'efficacité de l'homogénéisation dépend principalement de trois facteurs : la température, la pression et le type de valve.

Il va de soi que l'homogénéisation doit se faire à des températures qui permettent de maintenir tout le gras à l'état liquide, sans quoi il se produirait du barattage : pour assurer un traitement efficace, il faut des températures supérieures à 54°C.

Le choix de la pression dépend du type et du nombre de valves homogénéisatrices. Le plus souvent l'homogénéisation se fait en deux phases successives au moyen de deux valves où sont brisés, dans la seconde, les agrégats de globules gras formés après le passage à travers la première. Dans ce cas, une pression de 14000 à 17000 kPa Au premier stade et 3000 (KPa) Au deuxième donne généralement de bons résultats. Cependant avec certains types de valve, comme celle à multiples stades, l'homogénéisateur peut donner un bon rendement tout en fonctionnant à des pressions considérablement moindres.

L'homogénéisation doit être suffisamment efficace pour empêcher le crémage. Le résultat peut se vérifier immédiatement en déterminant l'indice d'homogénéisation. Une autre méthode peut être également utilisée consiste à mesurer, lors de l'examen microscopique d'un échantillon de lait, la taille des globules gras et leur répartition en fonction de leur diamètre. (La Fondation de technologie laitière du Québec et Les Presses de l'Université Laval ,1984)

II.1.4. La pasteurisation :

Elle peut être définie comme chauffage du lait à une température donnée pendant un temps donné, l'ensemble constituant un barème de pasteurisation (Broutin et al, 2005). Ce chauffage doit être suffisant pour détruire tous les micro-organismes pathogènes se trouvant dans le lait et pouvant présenter un danger pour le consommateur.

La pasteurisation se fait dans un pasteurisateur à plaques ou tubulaire.

La pasteurisation ou la thermisation, traitement thermique plus faible que la stérilisation, sont les premiers traitements que subit le lait en arrivant à l'usine. Ils permettent d'allonger le temps de conservation en détruisant la majeure partie de la flore mésophile.

L'interprétation exacte du mot « pasteurisation » en limites de temps et de température de chauffage varie considérablement selon les pays. Il paraîtrait cependant raisonnable d'exiger que la température de chauffage ne soit pas plus élevée et sa durée d'application plus longue qu'il n'est indispensable pour que le lait soit, à la fois, exempt de germes pathogènes, et d'une bonne qualité quant à sa conservation. Ces principes essentiels, avec les marges de sécurité qui s'imposent en pratique, paraissent avoir été respectés dans les procédés utilisés communément en Angleterre et aux Etats-Unis et aussi dans de nombreux autres pays du monde. Les combinaisons durée et température qui ont donné d'excellents résultats dans ces pays: le chauffage à 61°C- 63°C, ou légèrement au-dessus (mais pas au-delà de 65,5°C), pendant 30 minutes au moins, ou à 71°C-72°C pendant 15 secondes au moins, chauffage suivi immédiatement d'un refroidissement suffisant, en général au-dessous de 10°C.

Le premier de ces procédés, connu sous le nom de pasteurisation basse ou pasteurisation avec chambrage, a été d'un usage général pendant de nombreuses années et à l'épreuve du temps. Le second, désigné sous le nom de procédé à haute température et de courte durée et que nous désignerons ci-après sous l'appellation « pasteurisation rapide à haute température HTST (High Température, Short Time)», a été également employé avec succès depuis plusieurs années.

Théoriquement, il y a un nombre presque infini de combinaisons entre température et durée, dont l'effet serait tout à fait le même sur le lait et les organismes qu'il contient. Mais, en pratique, si des températures très inférieures à 61°C ou très supérieures à 72°C sont utilisées, on rencontre des difficultés : dans le premier cas, la destruction des germes que l'on se propose peut ne pas être réalisée, ou n'être réalisée qu'après un chauffage prolongé ; dans le second cas, le sur chauffage, conduisant à des goûts de cuit et à la suppression de la « ligne de crème », est difficile à éviter.

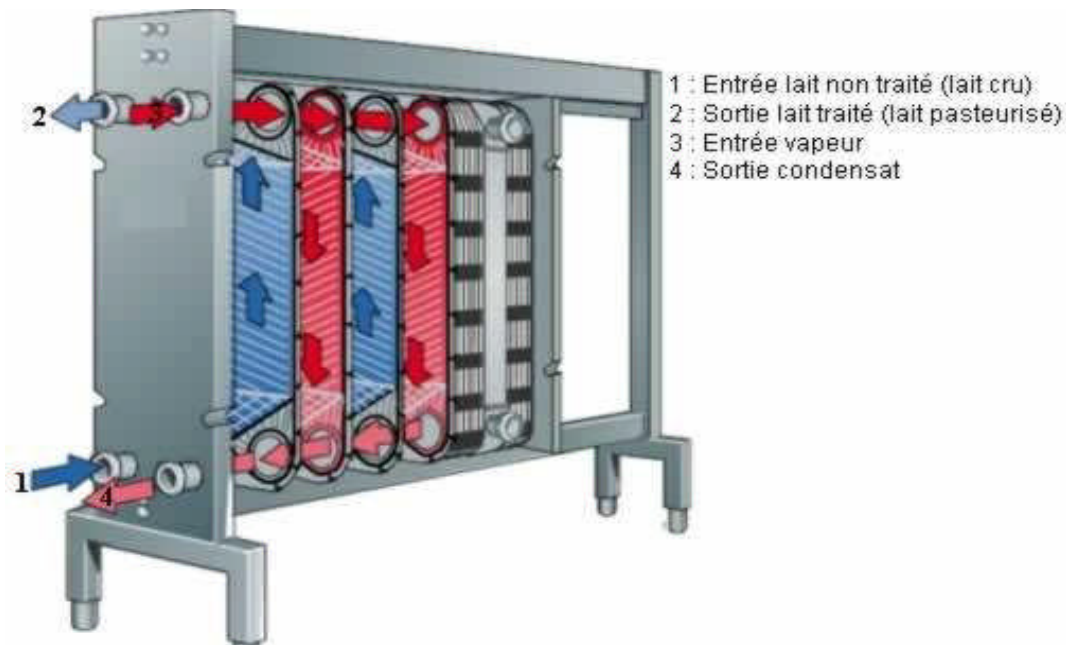


Figure N°4: Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque

Pour être assuré d'une conservation illimitée, le lait mis dans le commerce doit être stérilisé sous pression à des températures bien supérieures à 100°C. Un tel lait, ne serait ce qu'à cause de ses modifications physiques, n'a que des débouchés limités dans beaucoup de pays, mais il peut présenter, bien entendu, une valeur dans des cas spéciaux.

Quand la pasteurisation, par le procédé à basse température ou par le procédé rapide à haute température HTST, est rigoureusement conduite dans toutes ses phases, et que la contamination extérieure est évitée, le lait peut être considéré comme sûr au point de vue hygiénique, et ses qualités de conservation le rendent apte à tous les usages habituels. La chaleur sous toutes ses formes est maintenant d'un prix de revient élevé, et, à moins que l'on ne vise à obtenir un produit effectivement stérile, il semble qu'il n'y a pas avantage à chauffer le lait à des températures très supérieures à 72°C. Au-dessus de cette température, le lait commence rapidement à perdre sa « ligne de crème ». Celle-ci est sérieusement altérée si le lait est maintenu pendant 15 secondes même à un degré environ au-dessus de 72°C et elle disparaît rapidement à des températures supérieures à 74°C. On distingue :

II.1.4.1. Pasteurisation basse discontinue :

Le lait est chauffé dans une vaste chambre à double paroi chauffée par circulation de vapeur d'eau chaude. La température à laquelle le lait doit être porté, puis maintenu pendant au moins 30 minutes, varie de 60°C à 65,5°C suivant les pays. Le lait est alors refroidi, toujours dans la même chambre, à 10°C ou moins. On vide la cuve et il faut compter un délai d'au moins une heure avant que le lot suivant ne soit prêt pour le remplissage des bouteilles ou cartons de distribution.

II.1.4.2. Pasteurisation basse continue :

C'est une extension de la pasteurisation basse discontinue, dans laquelle le lait est chauffé (puis refroidi) par un échangeur thermique à plaques à l'extérieur des chambres, qui peuvent être au nombre de quatre ou plus et dont chacune peut atteindre une capacité de 500 litres. Le lait chauffé à 65°C, par exemple, est amené dans la première chambre où sa température est maintenue par une chemise d'eau chaude, ou par tout autre moyen. Lorsque la première chambre est pleine, c'est-à-dire au bout de 10 à 15 minutes, le remplissage du second est automatiquement déclenché, et ainsi de suite. Au moment où le chambrage du premier lot atteint 30 minutes, la dernière chambre se remplit. On obtient un courant pratiquement continu de lait pasteurisé au point d'embouteillage. On peut donc traiter des volumes importants en l'espace de quelques heures. Les difficultés d'exploitation, en particulier de nettoyage, des installations sont considérables, aussi n'y a-t-il à l'heure actuelle que peu d'installations de ce type en usage. Cette méthode ne sera pas examinée plus avant.

II.1.4.3. Procédé « flash » :

Le lait est chauffé aussi vite que possible à 75°-80°C, ou même plus, puis refroidi rapidement.

II.1.4.4. Pasteurisation rapide à haute température (HTST).

C'est un procédé continu dans lequel le lait est rapidement porté à 71°-72°C et maintenu à cette température pendant au moins 15 secondes ; il est ensuite refroidi rapidement à 10°C ou moins. Cette association de température et de temps assure une bonne marge de sécurité ; diverses variantes sont néanmoins adoptées dans certains

pays où la durée et la température du procédé HTST sont définies légalement. Le chauffage est habituellement obtenu par circulation d'eau chaude et l'échange thermique rapide a lieu à travers des plaques d'acier inoxydable ou, dans un autre type d'appareil, par passage du lait dans un espace annulaire entre des tubes concentriques chauffés par de l'eau qui circule. On utilise aussi parfois, lorsqu'on dispose d'énergie électrique à peu de frais, des méthodes de chauffage électrique.

II.1.4.5. Pasteurisation continue à très haute température, dite UHT

Le lait est rapidement chauffé, habituellement en deux étapes, dont la seconde sous pression, à une température comprise entre 135° et 150°C, pendant quelques secondes seulement ; il est ensuite, soit refroidi rapidement et mis en bouteilles dans les meilleures conditions d'asepsie possibles, soit mis en bouteilles à chaud (75-80°C).

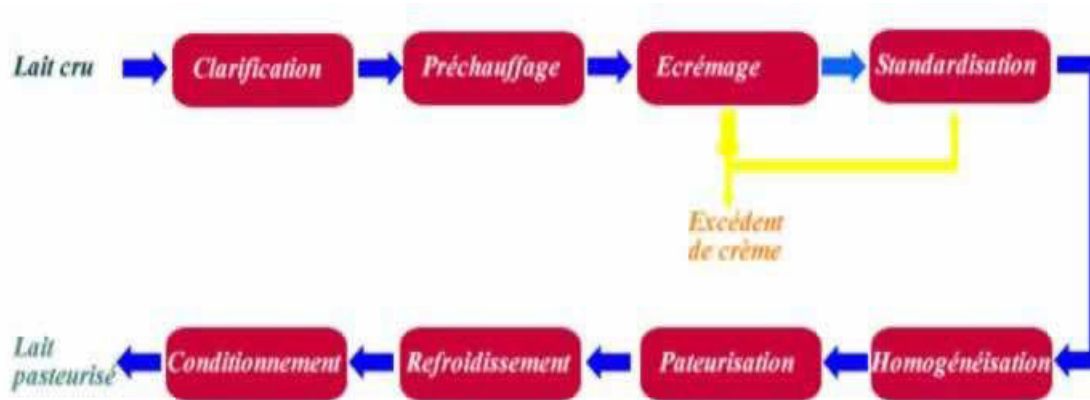


Figure N° 5: Diagramme de fabrication du lait pasteurisé

II.1.5. La stérilisation :

Les méthodes de stérilisation ne sont en somme que des corollaires de la **pasteurisation** : elles consistent à chauffer le lait à très hautes températures. Selon la réglementation française, la stérilisation doit détruire ou inhiber totalement les micro-organismes susceptibles de se développer.

La stérilisation simple : consiste à chauffer le lait déjà conditionné dans les récipients stériles hermétiques, pour le porter à une température de 115°C pendant 15 à 20 minutes, puis à le refroidir. On procède d'abord à un pré stérilisation à 130°C pendant 3 à 4 secondes, suivie d'un refroidissement à 80°C, puis à l'homogénéisation

du lait, suivie de l'embouteillage. Enfin, la stérilisation proprement dite commence, par réchauffement progressif jusqu'à une température 115°C pendant 15 à 20 minutes.

La stérilisation UHT (Ultra Haute Température) contrairement à la précédente, se pratique sur le lait non conditionné. Une des méthodes utilisées consiste à le réchauffer par l'intermédiaire de vapeur d'eau sous pression injectée directement. On le porte ainsi à 150°C pendant 2 secondes, puis on le refroidit brutalement en le projetant dans une chambre à vide. On peut aussi utiliser une méthode de chauffage indirect, dans laquelle le lait préchauffé à 70°C est poussé sous pression dans un réseau d'échangeurs tubulaires, ou à plaques jusqu'à la section stérilisatrice qui l'amène à la température de 150°C (CIDIL, INRA, 1993).

Plus la température du traitement thermique est élevée, plus l'effet stérilisant est important et plus les modifications de couleur et de saveur du lait sont marquées. Lorsqu'on chauffe du lait, son arôme change : au début, il prend un « gout de cuit » provoqué par la production de composés soufrés volatils, puis lorsque l'intensité du traitement thermique croît, un « gout de stérilisé », causé surtout par la réaction entre les sucres et les protéines (réaction de Maillard). Ce processus nuit non seulement à la saveur du lait, mais aussi à sa couleur, qui devient brun clair (Galesloot, Dr).

Pour stériliser le lait, plusieurs méthodes sont actuellement utilisées : le lait est mis en bouteille et chauffé pendant un certain temps à une température comprise entre 100°C et 120°C ; c'est la stérilisation en bouteille ; le lait est stérilisé dans un appareil fonctionnant en continu à très haute température (130°- 150°C) pendant un temps très court (1- 20 secondes), puis aseptiquement **conditionné** : ce procédé est souvent appelé UHTST ou VHTST (très haute température- courte durée) ; le lait d'abord stérilisé selon le procédé UHTST, puis mis en bouteille et finalement soumis à un nouveau traitement thermique destiné à détruire les spores arrivées pendant la mise en bouteilles ; c'est la stérilisation dite en deux temps (Galesloot, Dr).

II.1.5.1. Stérilisation du lait en récipients définitifs :

Dans ce procédé, le lait en récipients définitifs, généralement des bouteilles, est porté par chauffage à la vapeur à une température comprise entre 110° et 120°C. La température du lait ne s'élève que lentement, en raison de la difficulté des échanges

thermiques, surtout lorsque les bouteilles ne sont pas agitées dans le stérilisateur. De plus, les bouteilles ne supportent ni les extrêmes ni les changements brusques de température. Aussi faut-il adopter une association de température assez basse avec une durée assez longue. Ce traitement aurait tendance à communiquer au lait une odeur assez prononcée et une teinte brunâtre, surtout si les bouteilles sont immobiles dans le stérilisateur (Galesloot, Dr).

II.1.5.2. Stérilisation UHTST (stérilisateur fonctionnant en continu) :

Il a déjà été indiqué que ce traitement par chauffage à 130°-150°C pendant 1- 20 secondes dans un stérilisateur continu est très porcidé. Le traitement UHTST n'altère que peu le lait en raison de sa courte durée. Celui-ci ne prend qu'un léger gout de cuit et sa couleur, au lieu de foncer, devient parfois plus blanche qu'avant traitement.

L'influence du traitement UHTST sur les propriétés du lait est si légère que, dans certaines installations UHTST, surtout celles à chauffage direct par la vapeur, la phosphatase n'est pas entièrement détruite ; après quelque temps, il se produit une réactivation de cet enzyme. Ce phénomène de réactivation n'a heureusement pas été observé avec les enzymes qui nuisent à la conservabilité du lait. Mais, pour qu'aucun sédiment ne se forme dans le lait soumis à un traitement UHTST, il faut que le produit soit stable à la chaleur.

Les avantages du traitement UHTST pratiqué dans un stérilisateur continu ne peuvent être sauvegardés complètement que si le lait est conditionné aseptiquement après chauffage (Galesloot, Dr).

II.1.5.3. Stérilisation en deux temps :

Actuellement, c'est cette méthode que l'on utilise couramment pour préparer le lait stérilisé en bouteilles. On commence par une stérilisation du lait en vrac selon le procédé UHTST, et on complète, après embouteillage, par un traitement ménagé.

On n'obtient de très bons résultats que si le traitement en bouteilles est assez doux pour n'altérer ni le gout et ni la couleur du lait.

Ce traitement doit être réglé de telle façon que le lait soit totalement ou presque totalement débarrassé des spores qui l'ont contaminé pendant sa production à la ferme. La teneur en spores après le traitement doit être de loin inférieure au nombre de spores qui peuvent contaminer pendant la mise en bouteilles. Lorsque le traitement

thermique est complété par un chauffage en bouteilles, celui-ci peut être très doux, car il ne vise qu'à détruire les quelques spores qui ont contaminé le lait pendant l'embouteillage ou qui ont survécu au traitement UHTST.

Les avantages de ce procédé en deux temps par rapport au traitement complet en bouteilles est que, comme le traitement en bouteille du procédé mixte peut être très léger, le gout et la couleur du produit final sont meilleurs que ceux du lait traité complètement en bouteilles. De plus, la capacité du matériel de traitement en bouteille est plus grande lorsqu'on procède en deux temps que lorsqu'on adopte le traitement complet en bouteilles (Galesloot, Dr).

II.1.6. La concentration :

Il existe deux types de laits concentrés : le non sucré et le sucré. Les traitements utilisés dans les deux cas sont peu différents :

Le lait concentré non sucré une fois standardisé, est soumis à un traitement thermique à température élevée. On le concentre sous vide, ce qui permet d'abaisser la température d'ébullition. Enfin, après homogénéisation, il est mis en boîte et stérilisé.

Le lait concentré sucré ne subit pas de stérilisation. Le sucre empêche la croissance des micro-organismes. Il est standardisé, pasteurisé quelques secondes, puis sucré avec un sirop de saccharose à 70% et enfin concentré sous vide partiel et refroidi rapidement avant d'être conditionné (**CIDIL, INRA, 1993**).

II.1.7. La dessiccation :

Elle a pour but d'éliminer l'eau du lait, pour ne laisser que la matière sèche sous forme de lait en poudre. Après standardisation, on procède à l'évaporation de l'eau : pour la plus grande partie par concentration sous vide comme dans le cas précédent. Ensuite, intervient le séchage proprement dit, effectué soit par chauffage du lait à la surface de cylindre, soit le plus souvent par le procédé d'atomisation : le lait déjà concentré est pulvérisé sous pression en un fin brouillard dans une enceinte d'air chaud. Enfin, afin de permettre la dissolution instantanée de ce lait dans l'eau, on humidifie la poudre puis en la sèche (**CIDIL, INRA, 1993**).

II.2. Qualité du lait :

Le terme qualité a toujours été utilisé dans les laboratoires, mais actuellement il n'est pas toujours employé avec le sens qui lui été donné auparavant. Le sens originel est le même, mais l'objectif sur lequel porte la qualité a changé. Au sens ancien, il s'agit de la qualité des produits fabriqués, de leur conformité bactériologique et chimique avec la législation. (**Balfontane, 1997**)

Le lait est un produit naturel qui se dégrade rapidement de nos jours, donc l'acheteur fixe son coût en fonction de son excellente qualité en matière d'hygiène, fraîcheur, d'odeur et de goût en plus de sa valeur nutritive essentiellement sa teneur en protéines en matières grasses. (**Kuzdal et Savoie, 1982**)

II.2.1. Qualité hygiénique :

L'obtention d'un lait propre et sain exige un bétail sain, des locaux propres, des conditions de récolte satisfaisante et une conservation du lait à basse température jusqu'à la livraison au consommateur ou à la laiterie pour empêcher le développement des microbes (**Tremoliere et al, 1980**).

Pour améliorer la qualité du lait, il faut éviter l'apport des micro-organismes à tous les stades de production, détruire les germes qu'on n'a pas pu éviter par la chaleur, inhiber la croissance des germes qu'on n'a pas pu détruire (**bourgeois et al, 1996**).

Le lait pour être reconnues propres à la consommation humaine ou animale, il ne doit pas contenir de résidus qui peuvent provoquer des effets néfastes tels que l'empêchement de la fermentation lactique et des difficultés en fromagerie. Ces résidus regroupent les bactériostatiques, antifongiques, antibiotiques qui sont présents à des proportions variables. (**Bernet, 1996**)

Le lait provenant d'une vache saine et propre contient de 100.000 à 2.000.000 de germes/ml (**J.O.N 69, 1993**).

II.2.1.a. Alimentation :

Compte tenu de l'utilisation finale du lait, les aliments et le fourrage destinés aux animaux laitiers ne devraient présenter aucun risque d'introduction directe ou indirecte dans le lait de contaminants en quantités présentant un risque inacceptable

pour la santé du consommateur ou susceptibles de compromettre la salubrité du lait ou produits laitiers (**Codex Alimentarius, 2004**).

II.2.1.b. Traitement contre les nuisibles :

La lutte contre les nuisibles devrait être effectuée de manière à éviter la présence de résidus tel que les pesticides à des niveaux inacceptables dans le lait. Les nuisibles tels que les insectes et les rongeurs sont des vecteurs d'introduction de maladies humaines et animales dans le milieu de production. Une application inappropriée des substances chimiques utilisées pour lutter contre ces nuisibles peut entraîner des dangers chimiques dans le milieu de production (**Codex Alimentarius, 2004**).

II.2.1.c. Résidus de médicaments vétérinaires :

Les résidus sont des substances redoutables qui peuvent exister dans le lait. (Harding, 1982) L'origine de ces substances peut être à la fois, le traitement des maladies et alimentation. Les résidus regroupent les bactériostatiques, antifongiques et des pesticides qui sont présents à des proportions variables. (**Bernet, 1996**)

L'usage des antibiotiques contre les infections des bovins laitiers au cours de la période de lactation se traduit par la présence des résidus dans le lait qui présentent un danger potentiel pour le consommateur (**Hillerton et al, 1998**).

II.3. Traitement thermique du lait :

Selon le degré de traitement thermique qui permet une augmentation de la durée de conservation, on distingue :

- Laits pasteurisés
- Laits stérilisés [**LUQUET, 1990**].

II.3.1-Laits pasteurisés :

La pasteurisation est un processus de chauffage du lait à une température suffisante pour détruire les bactéries pathogènes telles que *Mycobacterium tuberculosis*, *salmonella sp*, et *Brucella sp*, corrélativement une grande majorité des autres bactéries comprenant les bactéries responsables des altérations disparaissent.

Les bactéries résistantes à ces traitements sont les Streptococcie (*Streptococcies thermophiles*), Micrococcie (*M. lutteuse*), Alcali-gènes, *Mycobacterium lacticum* et

l'ensemble des bactéries sporulées (Bacillus et Clostridium). [BOURGEOIS et al, 1988].

Obtention du lait pasteurisé :

Deux catégories de laits pasteurisés sont à distinguer :

- Lait pasteurisé conditionné
- Lait pasteurisé de haute qualité.

II.3.1-1-Lait pasteurisé conditionné

Pratiquement, le traitement est réalisé à une température nettement plus élevée que celle nécessaire pour détruire le bacille de Koch 75°C- 85°C pendant un temps plus ou moins long 15 - 30 secondes [LUQUET, 1990].

II.3.1-2-Préparation du lait pasteurisé :

Pour préparer un lait pasteurisé, il faut respecter les conditions suivantes :

Le local doit être fermé et toute source de pollution supprimée.

Toutes les canalisations en contact avec le lait doivent être nettoyées et désinfectées.

Chaque pasteurisateur doit être muni de thermomètre visible en état de marche :

Il doit posséder un système d'enregistrement des températures et être pourvu d'un régulateur susceptible de rectifier les écarts excessifs de température risquant de nuire au traitement correcte des produits

La surveillance de l'usure des joints d'étanchéité des tuyauteries et des joints dans les échangeurs thermiques.

Le remplacement de ces joints tous les deux ou trois ans (pour un pasteurisateur une fois par an).

Le débit d'eau chaude au moins 1.5 fois égale au débit du lait.

La température de l'eau chaude supérieure de 2° à 3° C à celle de la température de pasteurisation du lait.

La désinfection de la totalité du circuit avant le démarrage de la pasteurisation, par la circulation d'eau chaude (avec une température minimale de 80° C dans tout le circuit) pendant au moins dix min.

Des cycles de nettoyage intermédiaire toutes les 4 à 6 h, avec, au minimum un lavage à la soude. [ARILAIT, 1990 in BOUANANE, 1996].

II.3.1.3. Qualité du lait pasteurisé :**II.3.1.3.1. Pasteurisation et valeur alimentaire :**

La pasteurisation bien conduite ne diminue pas la valeur alimentaire du lait, elle n'altère- aucune vitamine, sauf la vitamine C. Mais on sait que le lait cru ne constitue pas une source importante de vitamine C.

II.3.1.3.2. Pasteurisation et valeur hygiénique :

La pasteurisation est réalisée dans des appareillages modernes en acier inoxydable qui garantissent la valeur hygiénique du produit.

Tous les pasteurisateurs doivent comporter des systèmes de contrôle et de réglage de chauffage ainsi que des vannes destinés à dévier automatiquement la circulation normale du lait lorsque le degré du chauffage est insuffisant.

La pasteurisation est donc opérée avec le maximum de sécurité.

II.3.1.3.3. Pasteurisation et qualité organoleptique :

La pasteurisation à température trop élevée altère le goût du lait. C'est le résultat de modifications concernant le lactose et les protéines. La valeur nutritionnelle peut être affectée parallèlement en raison du blocage de certaines amines essentielles.

Ebullition domestique et qualité organoleptique :

Pour un lait pasteurisé conservé au froid moins de deux jours, l'ébullition n'ajoute rien à la sécurité de la pasteurisation, elle détériore le goût et provoque la formation d'une « peau » (constituée essentiellement par un mélange de graisses, de protéines du lait et de phosphates) qui est jugée très désagréable par beaucoup de consommateurs [TREMOLIERES et all 1980].

II.3.1.4. Altération principalement rencontrées :

- **Goût de cuit** : provoqué par un chauffage trop intense, ce goût de cuit peut être plus ou moins prononcé :
- **Contamination microbienne** : elle a lieu surtout au moment de conditionnement elle peut provenir de la machine elle-même, de l'emballage, ou encore de l'environnement.

- **Présence de germes sporulés thermorésistants** : ces germes peuvent provenir du lait cru lui même, du tank de réfrigération, des équipements industriels. Le chauffage ne les a pas détruits et on peut les retrouver ainsi dans le lait.
- **Phénomène physico-chimiques** : tels que la lipolyse ou l'oxydation des matières grasses [LUQUET, 1990].

II.3.1.5.Le contrôle du lait pasteurisé :

Dans l'industrie laitière, la pasteurisation peut être contrôlée par des recherches d'activité enzymatique : le procédé doit inactiver la phosphatase alcaline et conserver l'activité de la peroxydase [ADRIAN et al, 1995].

Le contrôle de l'inactivation de la phosphatase alcaline, qui est présente dans la phase aqueuse et à la surface des globules gras, permet de vérifier si la pasteurisation est suffisante : cette enzyme a en effet une sensibilité à la chaleur proche de celle des bactéries pathogènes mentionnées plus haut.

-Un autre essai de l'efficacité de la pasteurisation est basé sur l'inactivation des réductases microbiennes. Le substrat dont on se sert est le bleu de méthylène.

En fait cet essai est employé surtout pour juger, avant la pasteurisation, de la propreté bactériologique du lait [CLAUDE et HENRI, 1992].

II.3.1-6-La conservation du lait pasteurise :

Doit s'effectuer au froid a + 6° C au maximum. Sa date limite de consommation est également limitée à 7 jours après la date du conditionnement [LAMBALLAIS, 1989].

II.3.2.Lait stérilisé :

La stérilisation (10 à 20 minutes à 110 - 120°C, quelques secondes à 130 – 140°C éliminent tous les germes vivants) [DURAND, 1974].

Tableau N° 3 : Contrôle de stérilisation et de pasteurisation selon [LARPENT, 1997].

Techniques	Activité phosphatase	Activité peroxydase
Température		
-Stérilisation UHT. 2 s a. 140° C ou 20 mn a 105° C.	—	—
-Pasteurisation haute 2 mn a 85° C.	—	—
-Pasteurisation basse 20 mn a 63° C.	—	+
-Lait cru.	+	+

On sait que la pasteurisation ne détruit pas tous les micro-organismes, et notamment les spores qui sont très thermorésistantes.

On retiendra, par différence avec la stérilisation, que la pasteurisation :

- Utilise des valeurs de couple température-temps de traitement notablement inférieures à celle de la stérilisation.
- Vise à stabiliser la nature du produit, pendant un temps assez court : quelques jours (lait pasteurisé dit frais) à trois semaines ; si on le maintient à + 3° C, y compris pendant son transport, son stockage et sa distribution, ce qui lui assure une « survie », qui prolonge son assainissement initial.

Le consommateur retient que le lait pasteurisé est celui qui se rapproche le plus du lait cru [ROUX, 1994].

II.4. la qualité hygiénique dans l'industrie laitière

II.4.1. Qualité de la matière première

L'évolution des techniques d'élevage (choix et nourriture du cheptel, conservation du lait à la ferme, matériel de traite, techniques de nettoyage) font évoluer la qualité du

lait. Aussi le nettoyage et la désinfection à la laiterie doivent évoluer avec l'hygiène chez le producteur.

II.4.2. Nettoyage et désinfection du matériel

Eliminer les souillures, détruire les micro-organismes présents au niveau du matériel, des emballages et des installations, tels sont les buts du nettoyage et de la désinfection dans les industries alimentaires.

Pour réussir ces opérations de nettoyage et de désinfection il est important de connaître :

- ❖ Les souillures à éliminer et leurs supports ;
- ❖ L'eau utilisée pour le nettoyage et le rinçage ;
- ❖ Les opérations de nettoyage et de désinfection pour définir les produits qui permettent de résoudre ces problèmes.

II.4.2.1.Les souillures laitières

Elles peuvent se présenter sous forme de :

- Lait liquide ;
- Pellicules de lait précipitées par la chaleur, principalement des protéines de lait durcies ;
- Matière grasse ;
- Sels minéraux provenant d'eaux dures et du lait ;
- Divers produits étrangers provenant de l'environnement.

C'est la pierre de lait qui pose le problème de nettoyage le plus ardu. Elle est constituée de caséates de calcium et de phosphate de calcium.

II.4.2.2.Les supports de la souillure

Les détergents et désinfectants doivent éliminer les souillures sans attaquer le support.

II.4.2.3.Eau de préparation des détergents et rinçage

La connaissance de l'eau (matière en suspension, gaz et sels dissous, qualité bactériologique), permet de prévoir les réactions avec la souillure et son support.

II.4.3. Facteur influençant la vitesse de nettoyage**II.4.3.1. Le facteur produit**

Il s'agit de la solution détergente et désinfectante, c'est à dire du mélange d'une partie de produit et d'une grande partie d'eau. Le choix du produit est régi par les paramètres suivants :

Tenir compte de la qualité de l'eau utilisée pour la mise en solution du produit :

- Une eau entartrant demandera la présence de complexant ;
- Une eau agressive demandera la présence d'inhibiteurs de corrosion ou de produits tampons du pH ;
- -Une eau fortement polluée demandera la présence de désinfectant ;
- Une souillure organique de type matière grasse exigera pour son élimination un produit alcalin et une souillure minérale nécessite un produit acide ;
- Préservation du support en attaquant seulement la souillure ;
- La méthode de lavage mise en œuvre conditionne souvent le choix de la solution détergente.

II.4.3.2. Facteur température

Comme pour toutes les réactions chimiques une augmentation de la température de 10°C multiplie par 2 la vitesse de réaction. En général la température permet de :

- Abaisser les tensions superficielles ;
- Accélérer les réactions ;
- Ramollir les graisses ;
- Faciliter la désinfection.

II.4.3.3. Facteur temps

Les réactions chimiques conduisant au nettoyage et à la désinfection ne sont jamais instantanées. Le temps doit être soigneusement calculé.

II.4.4. Hygiène de l'ambiance

Généralement les mesures d'hygiène s'appliquent aux matériels et aux surfaces en contact avec l'aliment. Un autre facteur d'infection de l'aliment peut être l'air ambiant véhiculant des micros -organismes.

Cette pollution de l'atmosphère peut provenir de :

- Pertes de produits alimentaires sur le sol ou sur le matériel favorisant le développement des micro-organismes ;

- Manipulation d'emballages en carton souvent contaminés avec des spores de moisissures ;
- Contamination de l'air par le personnel ;
- Prise d'air pollué à l'extérieur ;
- L'installation de climatisation en mauvais temps.

On peut réduire cette pollution atmosphérique par des moyens physiques (chaleur) et chimiques (pulvérisation).

II.4.5. Hygiène du personnel

Le personnel introduit dans les ateliers de fabrication de nombreuses souches de micro-organismes et les vecteurs sont divers (vêtements, cheveux, barbe, paroles, chaussures, mains non lavées, blessures non soignées. etc.)

La solution de ces problèmes complexes passe par une information du personnel et une sensibilisation continue de telle façon que les initiatives sur l'amélioration de l'hygiène viennent de la personne au contact de l'aliment. (**ZUVUE7; 1986**)

Partie expérimental e

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

III. 1. Conditions expérimentales :

Notre étude est effectuée à l'unité GIPLAIT de Tiaret durant le mois d'avril 2012

Notre travail s'est basé sur l'étude des caractères physico-chimiques du lait, la collecte des données bactériologiques et en fin voir l'effet de la pasteurisation effectuée au niveau de cette unité.

III.2 . Méthodes et procédés utilisés à l'unité :

III.2. 1. Le lait de vache pasteurisé :

III.2. 1.1. Réception du lait de vache à la laiterie :

La laiterie de TIART collecte quotidiennement le lait des éleveurs des régions proximales, le ramassage et le transport sont réalisés dans des camions citernes dans des conditions de réfrigération bien précises à cette raison ; le camion doit maintenir la qualité du lait au cours du transport, dont ses matériaux et dispositifs sont nécessairement nettoyés et désinfectés. Les citernes sont le plus souvent en acier inoxydable :



Figure N° 6 : Camion citerne

La réception du lait à l'usine se fait par prise en charge industrielle, on vérifie les quantités ramassées, et on prélève plusieurs échantillons pour effectuer les analyses physico-chimiques.



Figure 7 : Pesée du lait (quantité)

citerne de stockage (lait de vache)

Avant d'accepter le lait à la laiterie on fait un test pour voir son acidité. Ce test s'effectue à l'extérieur du laboratoire il se fait comme suit :

- ❖ Mettre un peu de lait dans un bécher et ajouter deux à trois gouttes de pourpre de bromocrésol.

Si on obtient une couleur bleue c'est un résultat positif → le lait sera accepté à l'unité.

Si on obtient une couleur verte → c'est un lait acide et on doit confirmer cette acidité par d'autres tests.

On effectue alors des analyses physico-chimiques sur le lait provenant de différents éleveurs. Si le lait est acide l'unité ne l'accepte pas

III.2. 1.1.1. Matériels utilisés pour l'analyse physico-chimique :



Figure N° 8 : Eprouvette et burette graduée

Réactives



Figure N° 9 : Lacto densimètre



Centrifugeuse

III.2. 1.1.2. Produits utilisés :

- ✓ Lait
- ✓ Eau distillée
- ✓ Phénol phtaléine.
- ✓ NaOH (0,1 N)
- ✓ Acide sulfurique (H₂SO₄).
- ✓ Alcool iso amylique (3-methyl-1-butanol).
- ✓ Bleu de bromocrésol.

III.2. 1.1.3. Contrôle physico-chimique :

Après la réception du lait les analyses physico-chimiques effectuées sont comme suit :

a) L'acidité :

Elle permet de voir si un lait est frais ou altéré.

Mode opératoire : quand le résultat de test précédent est un lait de couleur verte on doit confirmer son acidité par le test suivant :

- ✓ Mettre 10ml de lait dans un bécher.
- ✓ Ajouter deux gouttes de phénol phtaléine.
- ✓ Titrer avec le NAOH en agitant jusqu'à l'obtention d'une couleur rose claire.

Résultat : les résultats sont exprimés en degré dornic, si on obtient une acidité inférieure à 23 D° le lait est acceptable à l'unité et si elle sera supérieure à 23 D° le lait sera refusé parce qu'il est acide. (Voir figure n°10)



Figure N° 10 : Phénol phtaléine +Titrage par NAOH — couleur rose claire

b) La densité :

La connaissance de la densité permet de soupçonner le mouillage ou l'écémage du lait. Le moyen le plus facile pour mesurer la densité, est d'utiliser un type spécial d'hydromètre appelé lactodensimètre, il s'agit du nombre à deux chiffres qu'il faut ajouter à 1.0 pour obtenir la densité du lait. Par exemple, un degré 30 sur lactodensimètre correspond à une densité de 1.030.

Mode opératoire :

- ✓ Verser le lait dans l'éprouvette, remplir complètement.
- ✓ Plonger doucement le lactodensimètre.
- ✓ Attendre qu'il stabilise dans l'éprouvette.

Résultat : on lit la graduation à la surface du lait(d) et on calcul la densité par la formule suivant : $D=(T^{\circ} - 15) \times 0.0002 + /- d$

D : densité

T° : température déterminée dans le densimètre

d : densité déterminée dans le densimètre.

si $T^{\circ} > 15$ on ajoute la densité d $\longrightarrow D=(T^{\circ}-15) \times 0.0002+d$

Si $T^{\circ} < 15$ on soustrait la densité d $\rightarrow D=(T^{\circ}-15) \times 0.0002- d$

Un lait qui a une densité inférieure à 1.026 est noté mouillé.

c) La température :

La température du lait cru est mesurée à la réception. En utilisant un lactodensimètre muni d'un thermomètre Quand on mesure la densité on fait la lecture de la température dans les graduations du thermomètre.(voir figure N° 11)



Figure N° 11 : lactodensimètre

d) **La matière grasse** : La matière grasse présente dans l'industrie une importance considérable. Elle est mesurée à l'aide d'un butyromètre.

Mode opératoire : introduire dans un butyromètre :

- ✓ 10ml d'acide sulfurique.
- ✓ 11ml de lait en veillant qu'il ne se mélange pas avec l'acide.
- ✓ 1ml d'alcool iso-amylque.
- ✓ Tenir le butyromètre avec un chiffon et boucher à fond.
- ✓ Mélanger jusqu'à dissolution complète de la matière protéique.
- ✓ Centrifuger pendant 3à5 minutes
- ✓ Effectuer la lecture.

Résultat : l'obtention de deux couches dans le butyromètre la lecture se fait au niveau inférieur de la couche clair. La teneur en matière grasse est exprimée en gramme par litre. la teneur en matière grasse du lait de vache varie de 30 à 50 g/l



Figure N° 12 : Produit utilisés -butyromètre - centrifugeuse - séparation des couch

Au cours du stage nous avons suivi les analyses physico-chimiques effectuées sur le lait cru qui comporte la densité, l'acidité et la matière grasse du lait.

III.2. 1.2. Stockage du lait de vache :

Les analyses effectuées, le lait est pompé à la salle de réception et stocké dans des tanks.



Figure N° 13 : stockage du lait de vache Tank du stockage et réglage du tank

III.2. 1.3. Pasteurisation :

Chauffage du lait à une température comprise entre 70 et 85 C° pendant 15 à 20 minutes, elle a pour objectif la destruction presque totale de la flore pathogène.



Figure N° 14 : Pasteurisation du lait

réglage de l'appareil

III.2. 1.4. Refroidissement :

La flore des laits pasteurisés comporte toujours une proportion importante de bactéries lactiques thermophiles capables de se développer normalement à partir de 30°C à 60°C en environ. Il importe donc de ne pas maintenir le lait pasteurisé dans cette zone de température afin d'éviter une acidification rapide.

**Figure N° 15 : Refroidissement****Bac de lait****III.2. 1.5. Conditionnement :**

Après le refroidissement le lait est conduit vers le tank de stockage pour réaliser des analyses physico-chimiques puis le conditionné dans des sachets d'un litre dans la salle d'emballage.

**Figure N° 16 : Conditionnement**

III.2. 1.6. Commercialisation :

Elle se fait dans des camions de conditions de réfrigération bien précises, le camion doit maintenir la qualité du lait au cours du transport.



Figure N° 17 : Commercialisation

Le diagramme ci-dessous présente les différentes étapes de fabrication du lait de vache :

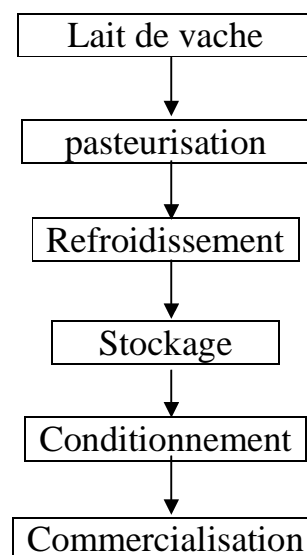


Figure N° 18 : processus de fabrication –lait cru pasteurisé

Chapitre IV : résultats et discussion

IV.1. Analyses physico-chimiques :

Eleveurs	Densité	Acidité en D°	MG en g/l	T°
A	1.0304	18	33	07
B	1.029	17	38	10
C	1.0306	17	36	18
D	1.0305	17	29	15
E	1.0299	17	33	17
Grand mélange	1.0305	18	32	10
A	1.0304	18	38	17
B	1.0302	18	28	13
C	1.0296	18	28	13
D	1.0307	19	33	16
E	1.030	18	25	10
Grand mélange	1.0306	18	30	13
A	1.0305	17	28	20
B	1.031	18	31	15
C	1.0305	18	28	05
D	1.0304	18	28	17
E	1.0299	18	28	17
Grand mélange	1.0308	18	30	09
A	1.030	18	32	10
B	1.0316	18	33	09
C	1.0311	19	30	13
D	1.032	19	33	05
E	1.0304	17	31	12
Grand mélange	1.0304	18	31	12
A	1.0304	18	36	12
B	1.0317	18	28	06
C	1.031	18	38	05
D	1.0285	18	30	05
E	-	-	-	-
Grand mélange	1.0313	18	31	11

Tableau N° 4 : le suivi du contrôle physico-chimique du lait cru.

NB : grand mélange signifie le lait collecté chaque jour

Remarque : quand la densité est égale à 1.026 le lait est marqué mouillé. Le test de mouillage s'effectue dans les trois jours qui suivent. Si la densité reste toujours égale à 1.026 le lait est refusé.

D'Après le tableau N°4 concernant le suivi du contrôle physico-chimique du lait cru, on constate que la densité et l'acidité sont conformes aux normes à l'exception de la teneur de la matière grasse, qui diffère pour quelques échantillons de lait ceci est lié à plusieurs facteurs entre autres l'aliment présenté aux vaches laitières.

Selon (ALAIS ; 1983), la teneur en matière grasse du lait varie selon nombreux facteurs tel que la saison, la race, le stade de lactation et l'alimentation.

Après les traitements physiques appliqués telle que la pasteurisation dans notre étude la teneur en matière grasse risque de diminuer.

En outre la membrane des globules gras est fragile, elle peut notamment être endommagée par certains agents physiques, en particulier par les traitements mécaniques et par le froid. Ce qui rend sensible la matière grasse à l'action d'agents extérieurs : enzymes lypolytiques et oxygène de l'air, (ALAIS ; 1983).

IV.2. Analyses bactériologiques :

	Produit	Germes totaux à 37° c	coliformes totaux à 37° c	coliformes fécaux à 44° c	Staph aureus	Sulfite réducteurs	observation
09/04/2012	Lait cru	21000	00	Absent	Absent	Absent	Produit de qualité acceptable
10/04/2012	Lait cru pasteurisé	9600	00	Absent			
12/04/2012	Lait cru pasteurisé	9450	00	Absent	Absent	Absent	Produit de qualité acceptable
13/04/2012	Lait cru pasteurisé	>10000	100	Absent			Produit de qualité insatisfaisante
16/04/2012	Lait cru	>10000	10	Absent	Absent	Absent	Produit de qualité acceptable

Tableau N°5 : Résultats des analyses bactériologiques du lait cru (le lait de mélange) après pasteurisation

NB : Les résultats bactériologiques retrouvés après plusieurs analyses Sont toujours similaires.

D'après le tableau N° 5 l'étude bactériologique révèle l'absence totale des coliformes fécaux du *staphylococcus aureus* et des sulfuro-réducteurs, de ce fait le lait à maintes reprises était acceptable au niveau de l'unité, cependant pour notre échantillonnage, le lait s'est présenté comme produit de qualité insatisfaisante une seule fois, car le nombre de germes totaux était supérieure à 10.000 et le nombre des coliformes totaux était égale à 100, c'est un lait contaminé. Ceci constitue un danger pour le consommateur ; source d'intoxication.

Lorsqu'ils sont en nombre élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires. (GUIRAUD et ROSEC, 2004)

La présence de ce nombre élevé de coliformes excessivement est probablement due à :

- un défaut de pasteurisation (un pasteurisateur arcaïque).
- l'hygiène défectueuse du matériel utilisé.

Le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées les manipulations à savoir l'état de l'animal et particulièrement de la mamelle, du niveau de contamination (étables, locale de traite, des trayons ainsi que du matériel de récolte du lait citernes) (STOOL, 2002).

Les facteurs pouvant être à l'origine de cette contamination :

- Négligence de l'hygiène des étables et des bêtes chez la plupart des éleveurs.
- Utilisation d'une vaisselle laitière rincée avec une eau polluée.
- Mélange dans les citernes de collecte du lait de la traite du matin avec celui de la veille ou du soir, ceci abouti à ensemencer la traite du matin avec le lait du soir en voie d'altération (VEISSEYRE, 1975).
- Absence de chaîne de froid au cours du transport qui influe sur la qualité bactériologique du lait (AIT ABDELOUAHABE, 2001).

Les résultats concernant le dénombrement des germes totaux sur les échantillons pasteurisés, répondent aux normes exigées par le journal officiel algérien N°35 de 1998.

Conclusion :

Le lait est un produit constituant un élément de vie irremplaçable par sa faculté nutritionnelle due à sa composition en protéines, glucides, lipides, vitamines, et sels minéraux. Ainsi, que des contrôles microbiologiques et physico-chimiques sont indispensables à pratiquer sur ce produit afin de maintenir sa qualité dans des limites normalisées. Cette opération de contrôle s'impose alors pour atteindre la qualité désirée.

L'obtention d'une qualité acceptable du produit fini livré à la consommation n'est pas seulement la responsabilité primordiale du producteur, la qualité de l'aliment présenté aux vaches laitières reste souvent déterminante pour l'obtention d'un produit de bonne qualité.

Notre travail s'est basé sur l'étude des caractères physico-chimiques du lait cru, on a constaté une densité et une acidité conformes aux normes à l'exception de la teneur en matières grasses.

L'étude bactériologique révèle l'absence totale des coliformes fécaux de *staphylococcus aureus* et des sulfuro-réducteurs. Donc notre échantillonnage était composé de lait de bonne qualité. Ceci peut s'expliquer par l'efficacité de la pasteurisation appliquée.

RECOMMANDATIONS

En vue de l'obtention d'un lait sain, indemne de bactéries responsables des toxi-infections, et d'améliorer efficacement la qualité du lait utilisé, nous envisageons de suivre ces recommandations :

- ✓ Il est conseillé aux producteurs de lait de réaliser la traite dans des conditions hygiéniques.
- ✓ Refroidir le lait juste après la traite
- ✓ L'acheminement du lait jusqu'aux laiteries doit se faire dans de bonnes conditions.
- ✓ Les analyses microbiologiques doivent se faire selon les normes internationales.

Pour préparer un lait pasteurisé, il faut respecter les conditions suivantes :

- ✓ Le local doit être fermé et toute source de pollution supprimée.
- ✓ Toutes les canalisations en contact avec le lait doivent être nettoyées et désinfectées.
- ✓ Chaque pasteurisateur doit être muni de thermomètre visible en état de marche
- ✓ Il doit posséder un système d'enregistrement des températures et être pourvu d'un régulateur susceptible de rectifier les écarts excessifs de température risquant de nuire au traitement correcte des produits
- ✓ La surveillance de l'usure des joints d'étanchéité des tuyauteries et des joints dans les échangeurs thermiques.
- ✓ Le remplacement de ces joints tous les deux ou trois ans (pour un pasteurisateur une fois par an).
- ✓ Le débit d'eau chaude au moins 1.5 fois égale au débit du lait.
- ✓ La température de l'eau chaude supérieure de 2° à 3° C à celle de la température de pasteurisation du lait.
- ✓ La désinfection de la totalité du circuit avant le démarrage de la pasteurisation, par la circulation d'eau chaude (avec une température minimale de 80° C dans tout le circuit) pendant au moins dix min.
- ✓ Des cycles de nettoyage intermédiaire toutes les 4 à 6 h, avec, au minimum un lavage à la soude.

Références bibliographiques

1. **ABOUTAYEB R., (2009)** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
2. **ADRIAN J, POTUS J, FRAUGNE R., 1995:** La science alimentaire de a a z. ; Ed Tech & Doc (Lavoisier)) Paris, pp 96, 325.
3. **AIT. ADDELOUALAB, N. (2001)** : Microbiologie alimentaire : office des publications universitaire. Office des publications universitaire.
4. **ALAIS, C. (1983)** : Science du lait, principe de technique laitière .4eme édition SEPAIC : 327-502.
5. **BOURGEOIS C M, MESCLS J F, LUC J, 1988** : Microbiologie alimentaire ; Ed Tech et Doc (Lavoisier) Paris, p 211.
6. **Bourgeois, CM ; Mescle, J.F et Zucea, J. (1996)** : Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition sciences et techniques agroalimentaires : 360.**Bremer, P. J ; Fletcher, G.C et Osborne, C. (2004)** : Staphylococcus aureus. New Zealand Institute For Crop & Food Research Limited : 8
7. **Broutin, C. ; Diedhiou, Y et Dieng, M. (2005)** : Maitrise de la qualité dans la transformation laitière. Guide de bonnes pratiques d'hygiène. Fédération nationale des acteurs de la filière lait du Sénégal. Fédération des éleveurs indépendants et transformateurs laitier du Sénégal. Version validée lors de l'atelier national du 15 novembre 2005 : 105.
8. **CLAUDE C et HENRI C, 1992** : Introduction en biocliniie et technologique ; Ed. Tech et Doc (Lavoisier) Paris, Vol 1, p 48, 49.
9. **DEBRY G.,** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- 10.**DURAND M, 1974** : Production laitière bovine ;Ed. Lenore Paris, P 36-40
- 11.**FREDOT E., (2005)** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
- 12.**FREDOT E., (2006)** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

13. **Guiraud, J.P. (1998)** : Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits alimentaire. Edition DUNOD, Paris: 651.
14. **GUIRAUD, J. P.; ROSEC, J.P. 2004.** : Pratique des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR: 300.
15. **HARDING F., (1995)** Milk quality, Blackie academic et professional: 113(166 pages).
16. **Hillerton, J. E.; Halley, B.I.; Neaves, P. and Martin D.R. (1998):** Detection of antimicrobial Substances in Individual Cow and Quarter Milk Samples Using Delvotest Microbial Inhibitor Tests. Institute for Animal Health, Compton, Newbury: 704-711.
17. **INTELLEGO (2008)** : La peau et la toucher [http://www.intellego.fr/soutien – scolaire-3ème /aide-scolair-svt/la-peau-et-le-toucher/26475](http://www.intellego.fr/soutien-scolaire-3ème/aide-scolair-svt/la-peau-et-le-toucher/26475).
18. **JEAN CHRISTIAN M., (2001)** :Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris <http://www.gret.org>.
19. **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007)** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
20. **LAMBALLAIS C M, 1989** : Les aliments :Ed. Maloine, Paris p 19-24
21. **LARPENT J P, 1997** :Microbiologie alimentaire ;Ed. Tech et Doe (Lavoisier) Paris, p 706-708 –
22. **Larpent, 1997**
23. **LESEUR R., et MELIK N., (1999)** Lait de consommation In **LUQUEE F.M,** Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages).
24. **LUQUET F M, 1990** : Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre ;Ed. Tech et Doc (Lavoisier) Paris, Vol 2, P 4 -7.
25. **Mathieu, J. (1998)** : Initiation à la physico-chimie du lait. Tec et Doc : 110.

26. **POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001)** Le lait caractéristique physicochimiques In
27. **REUMONT P., (2009)** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
28. **ROUX J L, 1994** :Conserver les aliments ;Ed. Tech et Doc (Lavoisier) Paris, P 209-220.
29. **STOOL, W. 2002.** : Alimentation de la vache laitière et composition du lait, ed : station fédérale de la recherche en production animale.rap actuel. Paris.
30. **THIEULIN G. et VUILLAUME R., (1967)** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
31. **THIEULIN G. et VUILLAUME R., (1967)** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue Générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
32. **TREMOLIERES J, SERVEILLE Y, JACQUOT R, DUNN H, 1980** : Manuel & alimentation humaine ; Ed Les éditions EST, Paris Vol 2, P 167-180.
33. **VEISSEYRE R, 1975** : Technologie du lait ; Ed La Maisson rustique, Paris P 2-428.
34. **VIESSEYRE, R, 1979.** : Technologie du lait. Construction, récolte, traitement et transformation 3^{ème} Edition La Maison Rustique. Paris. 714P.
35. **VIERLING E., (2003)** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

Résumé

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge.

Le lait étant une denrée très périssable, les manipulations qui doivent se faire au cours de sa préparation nécessitent une attention particulière. Ainsi, l'hygiène commence à la traite et continue tout au long des différentes opérations menées pour aboutir à sa transformation. En s'assurant qu'un nombre aussi restreint de bactéries entre en contact avec le lait, on limite considérablement les risques de dégradation

L'étude porte sur l'appréciation de la mise en œuvre de l'hygiène dans la laiterie « GIPLAIT SIDI KHALED-TAIRET »

Cette étude nous a permis d'apprécier la qualité de l'hygiène appliquée dans les différentes structures de l'unité. Les règles qui sont appliquées et celles qui restent à améliorer

Pour le lait pasteurisé, l'efficacité de ce traitement est prouvée par l'absence de germes seulement quelques caractères physico-chimiques telles que : la teneur en matière grasse est modifiée.

Cette absence de germes pathogènes dans le lait cru est à prouver et reste à discuter probablement dans une étude ultérieure par conséquent il est nécessaire de s'assurer des analyses bactériologiques appliquées sur le lait avant commercialisation et consommation.

Mot Clés : lait, lait cru, pasteurisation, analyses physico-chimiques, bactériologiques.

الملخص

الحليب مادة ضرورية ذات أهمية غذائية, باعتباره غذاء طبيعي كامل و المصدر الأول للبروتينات و نظراً لسرعة تلفه. فان الاختبارات التي تجرى أثناء تحضيره تتطلب عناية خاصة و احترام القواعد الصحية يبدأ من الحلب و يستمر طوال مختلف العمليات و الطرق التي تؤدي إلى تحويله. و بضمن أقل عدد من البكتيريا نحد من تدني القيمة الغذائية لهذه المادة .
دراستنا اعتمدت على مدى تطبيق شروط النظافة على مستوى ملبنة سيدي خالد - تيارت- و لقد سمحت لنا بمعرفة مدى احترام شروطها في مختلف مكونات الوحدة و القواعد المطبقة والتي يجب تحسينها و تطويرها بالنسبة للحليب المبستر غياب البكتيريا دليل على فعالية هذه المعالجة عدا بعض الخصائص الفيزيوكيميائية مثل المادة الدسمة التي تتغير نسبتها في الحليب
غياب البكتيريا في الحليب النقي مبرهن و مثبت و يبقى المجال مفتوح للمناقشة في الدراسات المستقبلية و عليه فمن الضروري إجراء التحاليل البكتريولوجية على الحليب قبل تسويقه و استهلاكه.
الكلمات المفتاحية: الحليب . الحليب النقي. البسترة. التحاليل الفيزيوكيميائية. و البكتريولوجية.