

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 DIPLÔME
DOCTEUR VETERINAIRE

SOUS LE THEME

LE LAIT

PRESENTE PAR :

M. KALUMUANI MBIYA RICHY

ENCADRE PAR :

Dr. FERNANE HABIBA

ANNEE UNIVERSITAIRE

2010-2011



Dédicaces

*Je dédie ce travail à ma très chère famille, à mon père **Gaby Mbiya**, ma mère **Adèle Ntanga**, à mes sœurs chéries **Angel Mbiya**, **Sylvie Mbiya**, **Vanessa Mbiya**, **Chancela Mbiya** notre cadette chérie et à mon frère **Olivier Mbiya**.*

*Je dédie ce travail à la famille **Kalombo**, particulièrement à mon oncle **Denis Kalombo** pour son soutien durant mon cycle.*

*Je dédie ce travail à la famille **Cimbalanga**, particulièrement à mon grand frère **José Cimbalanga** pour son abnégation durant mon cycle.*

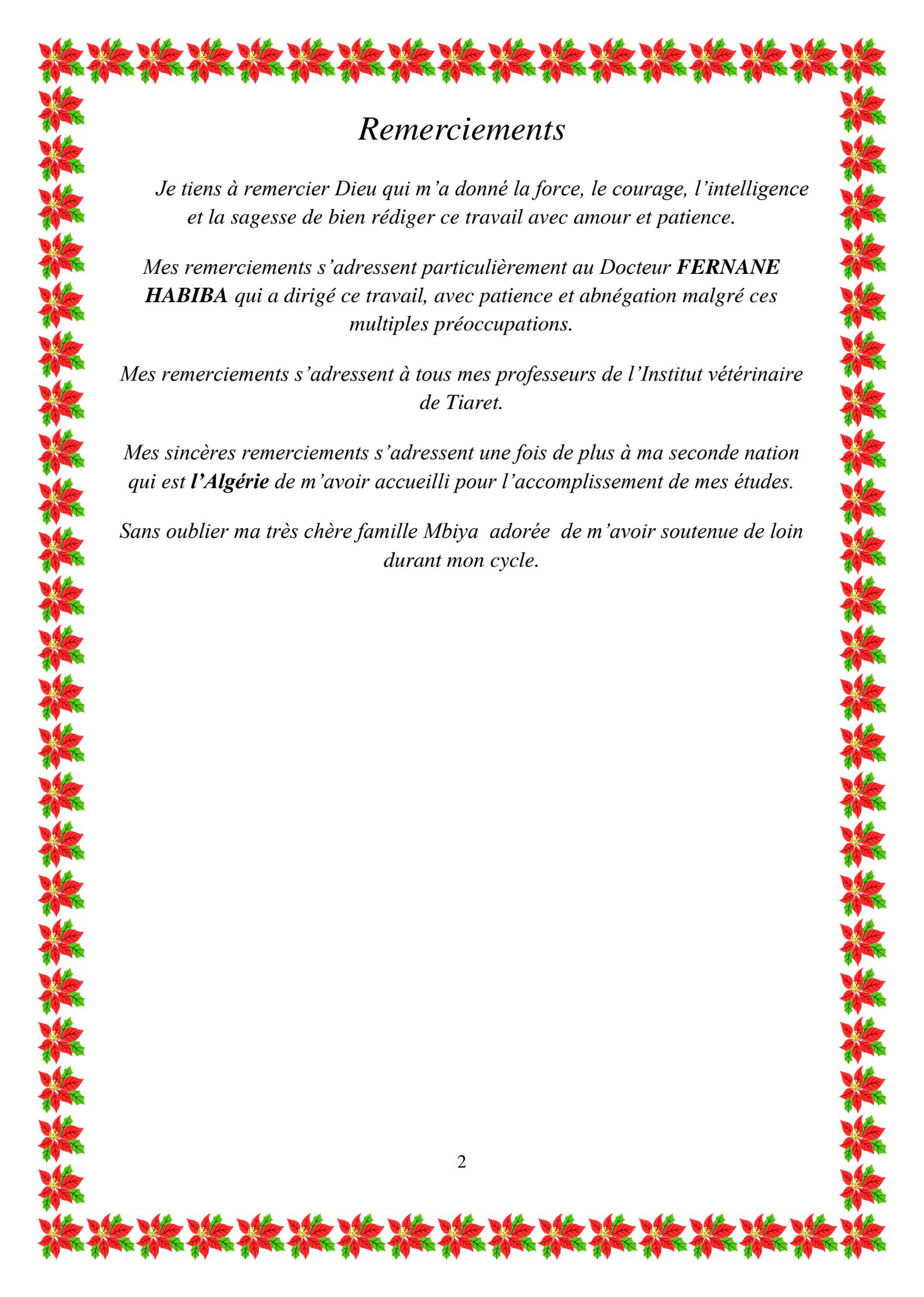
*Je dédie ce travail à ma très chère tendre **Zahiya Binti Riziki** de m'avoir soutenu sur tout le plan durant mon cycle.*

*Je dédie ce travail aux frères capucins de Tiaret, père **Hubert**, père **René** ainsi que le frère **Dominique**.*

*Je dédie ce travail à tout mes amis, particulièrement à **Herman Moudhen**, **Prince Willaire**, **Sylva Tabala**, **Rodrick Kavé**, **Christian Ntikala**, **Russel Mountou** et à mes amies plus particulièrement **Désiré Baroan**, **Olivia Bomoua**, **Joe Aluku***

Je dédie ce travail à toute ma promotion de l'institut vétérinaire de Tiaret(Algérie).

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



Remerciements

Je tiens à remercier Dieu qui m'a donné la force, le courage, l'intelligence et la sagesse de bien rédiger ce travail avec amour et patience.

*Mes remerciements s'adressent particulièrement au Docteur **FERNANE HABIBA** qui a dirigé ce travail, avec patience et abnégation malgré ces multiples préoccupations.*

Mes remerciements s'adressent à tous mes professeurs de l'Institut vétérinaire de Tiaret.

*Mes sincères remerciements s'adressent une fois de plus à ma seconde nation qui est **l'Algérie** de m'avoir accueilli pour l'accomplissement de mes études.*

Sans oublier ma très chère famille Mbiya adorée de m'avoir soutenue de loin durant mon cycle.

Table des matières

<i>Dédicaces</i>	1
<i>Remerciements</i>	2
Table des matières	3
Liste des tableaux	7
Liste des abréviations	8
Résumé	9
Introduction	10
CHAPITRE I: GENERALITE	11
I. Définition légale du lait	11
II. Composition du lait	11
1. Glucides	12
2. Protéines	12
3. Lipides	14
4. Minéraux du lait	14
5. Vitamines	15
III. Propriétés physico-chimiques du lait	16
1. Acidité du lait	16
2. Point de congélation	17
3. Point d'ébullition	18
4. Densité du lait	18
IV. Composition biologique du lait	18

V. Les différents laits de consommation	19
1. Les laits liquides	20
2. Les laits concentrés	22
3. Le lait en poudre (lait totalement déshydraté)	23
4. Les laits aromatisés	24
5. Les laits infantiles	24
CHAPITRE II : LE LAIT A LA FERME	26
1. A l'origine : le veau.....	26
2. La traite.....	26
3. La production variable	26
4. Le début de la chaîne du froid	27
5. La collecte.....	28
CHAPITRE III : LE LAIT A LA LAITERIE (LES TRAITEMENTS).....	29
I. Les types des traitements du lait.....	29
1. Clarification	29
2. Standardisation - écrémage	30
3. L'homogénéisation	32
4. La pasteurisation	33
5. La stérilisation.....	37
6. La concentration.....	40
7. La dessiccation.....	40
II. Qualité du lait	40
1. Qualité hygiénique.....	41

III. Contamination du lait.....	42
1. A l'usine.....	42
2. Chez les revendeurs	42
3. Chez le consommateur.....	42
IV. Les facteurs influençant la qualité du lait.....	43
1. La race.....	43
2. Stade de lactation	43
3. Alimentation	43
4. Facteurs climatiques et saisonniers	44
5. Stockage et conservation du lait.....	44
6. Collecte	45
CHAPITRE IV : LE LAIT ET LA SANTE.....	46
I. Maladies transmises par le lait	46
A. Maladies d'origine biologiques.....	46
B. Dangers d'origine chimiques.....	56
Conclusion.....	61
Références Bibliographiques	62

Liste des figures

Figure 1: Principe de fonctionnement d'un séparateur centrifuge	31
Figure 2: Principe de standardisation directe de la crème et du lait	31
Figure 3: Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur.....	32
Figure 4: Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque	35
Figure 5: Diagramme de fabrication du lait pasteurisé	37

Liste des tableaux

Tableau 1: composition chimique du lait de vache (Alais, 1984).....	12
Tableau 2: Les sels minéraux du lait (Bourvier, 1993).....	15
Tableau 3: Les gastro-entérites à Escherichia coli (Ait Abdelouahab. 2001).....	54

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

Cm : Centimètre.

g : Gramme

Kg : Kilogramme

l : Litre

MG : Matière grasse

mg : Milligramme

ml : Millilitre

mm : Millimètre

pH: Potentiel Hydrogène

PV : Poids vif

S. aureus: *Staphylococcus aureus*

UHT : Ultra Haute Température

EPEC : *E.coli* entéro-pathogènes

EIEC : *E.coli* entéro-invasifs

ETEC : *E.coli* entérotoxinogènes

EHEC : *E.coli* entérohémorragiques

Résumé

La présente étude théorique a consisté au contrôle de la qualité et au traitement du lait de vache depuis sa source qui est le veau à la ferme, la transformation à l'industrie jusqu'à la distribution et la vente pour les consommateurs.

Elle a pour objet d'exposer la composition du lait, les différents laits de consommation, les maladies transmises par le lait et les traitements efficaces du lait pour éviter la contamination de la santé publique, la qualité hygiénique du lait, la contamination au niveau de l'industrie, les différents dangers d'origine chimiques (pesticides, antibiotique etc....).

Mots clés : Lait, qualité, traitements physiques, contamination du lait, différents types de lait.

Abstract

The present theoretical study consisted with the quality control and the treatment of the cow's milk since its source which is the calf with the farm, the transformation with industry until the distribution and the sale for the consumers.

It has the aim of exposing the composition of milk, various drinking milks, the diseases transmitted by milk, and the effective cures of milk to avoid the contamination of the public health, the hygienic quality of milk, the contamination on the level of industry, the various chemical dangers of origin (pesticides, antibiotic etc....).

Key words: milk, quality, Physical treatments, contamination of milk, different types of milk

INTRODUCTION

Introduction

Le lait est un aliment liquide complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation humaine (wikipedia).

Le développement du secteur laitier nécessite une véritable prise en compte de la maîtrise des risques sanitaires pour garantir la santé du consommateur et la qualité des produits qui lui sont destinés. Aussi, pour drainer cette production dans les meilleures conditions et ouvrir un large marché permettant de mieux valoriser les productions, l'hygiène et la qualité doivent être promues et vulgarisées.

En effet, beaucoup des pathologies peuvent être transmises par le lait et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) confirme que les maladies d'origine alimentaire constituent un problème courant et croissant de santé publique dans différents pays.

La consommation du lait cru ; contaminé est responsable des zoonoses majeures graves comme par exemple la brucellose et la tuberculose.

Il ne faut également pas sous-estimer les agents responsables de toxi-infections alimentaires, comme les salmonella et les souches *d'E.coli* entéropathogènes, entraînant des diarrhées parfois mortelles ainsi que d'autres agents responsables d'intoxications sévères comme les staphylococcies et les mycotoxicoses (Siousarran, V. 2003).

Il faut s'assurer de la qualité hygiénique du lait afin d'éviter les conséquences négatives sur la santé publique, les traitements thermiques qui doivent être efficaces pouvant réduire le nombre des microorganismes en détruisant spécifiquement les bactéries pathogènes ; sont considérés comme moyen de protection qu'ont trouvé les industriels pour se préserver des « mauvais laits » qui peuvent être présents dans leur fabrications de provenance diverse et parfois lointaine !

Dans ce travail sont déterminés les aspects du lait et le contrôle de la qualité du lait, afin de mettre en évidence l'efficacité du traitement thermique, les conditions d'exposition à la vente et à la distribution.

CHAPITRE I: GENERALITE

CHAPITRE I: GENERALITE**I. Définition légale du lait**

« Le lait est une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments qui sont des protéines en suspension et en solution, des glucides, des vitamines et des sels minéraux ». (Alais, 1984).

Le dictionnaire de terminologie de la Fédération Internationale le définit comme étant « la sécrétion mammaire normale obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur ». (Spletstoeser, Marshall, 1992). La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : « lait de chèvre », « lait de brebis », etc....

II. 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 (Mansart 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 chimique du lait de vache (Alais, 1984)

Constituants	Teneur en g/l
Eau	905
Glucides : lactose	49
Lipides	35
Protides	34
Sels	09
Vitamines	29-30

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 glissées (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).

2. Protéines

Il existe deux catégories de protéines :

- 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.

- 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.

Apport conseillé :

- ✓ 0,57g de protéine de référence /kgPV/ j chez l'homme
- ✓ 0,52g de protéine de référence /kgPV/ j chez la femme.

Les protéines du lait a une composition en acides aminés voisine de celle de l'œuf (égale protéine de référence). Elles sont déficientes en acides aminés soufrés mais riches en lysine ; le lait est donc le complément idéal des céréales.

Utilisation industrielles des protéines du lait

Les caséines

Elles sont utilisées avant tout en alimentation humaine : laits, fromages, poudres,...

La production de caséines industrielles est en dent de scie et en relation étroite avec la production des autres pays.

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.

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 séché en tour Spray ou thermoextrudée.

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

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).

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).

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.

Dans notre type d'alimentation, les produits laitiers couvrent plus de la moitié de nos 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: Les sels minéraux du lait (Bourvier, 1993)

Sels minéraux	Concentration en g/l
Calcium	1.3
Phosphore	1.0
Magnésium	0.14
Chlorure	1.0
Citrate en acide citrique	1.8

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 antioxydante.

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

III. 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 (Cheffel Jean Claude, Tec et Doc Lavoisier, 1977).

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, hydroxyles 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 $1^{\circ}\text{D}=0,1\text{g}$ 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).

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 supérieure 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).

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).

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 ra 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 & doc – Lavoisier, 1977).

IV. 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).

1. 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).

V. 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 a ses goûts, son style de vie, son régime alimentaire ou... son humeur du moment (CIDIL, 1993).

1. Les laits liquides

Dans cette catégorie, le consommateur a le choix entre 4 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 1ère) peut avoir fait l'objet d'une modulation de la teneur en matière grasse. (CIDIL, 1993).

➤ **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.

➤ **Le lait frais pasteurisé :**

Il a subi un traitement thermique qui en a éliminé les germes pathogènes. Il est donc inutile de le faire bouillir avant consommation, mais il est indispensable de le conserver au froid

(4°C à 6°C) afin de stopper le développement des micro-organismes épargnés par la

pasteurisation, susceptible de le faire "tourner".

L'emballage du lait frais pasteurisé porte obligatoirement une date limite de consommation, postérieure au maximum de 7 jours à la date du conditionnement. Il existe également un lait frais pasteurisé "de haute qualité". Il provient d'étables soumises à une surveillance rigoureuse, et doit avoir été traité selon des normes précises.

Le lait frais pasteurisé est dans la majorité des cas, conditionné en emballage carton à section carrée, et quelquefois en bouteille de plastique souple.

➤ **Le lait stérilisé :**

Autrefois le lait stérilisé était un produit au goût altéré et aux qualités nutritionnelles diminuées. Aujourd'hui, c'est un produit de bien meilleure qualité grâce :

- ❖ à l'alimentation continue des autoclaves
- ❖ à l'agitation pendant la stérilisation
- ❖ à l'emploi de matériaux de conditionnement nouveaux

Ce lait est un produit dont les germes ont été éliminés. Il est donc bien entendu tout à fait inutile de le faire bouillir, et sa durée de conservation est très longue (plusieurs mois). Elle n'est toutefois pas illimitée : des modifications physico-chimiques surviennent à la longue et déterminent des modifications de l'aspect et du goût.

L'emballage du lait stérilisé porte obligatoirement une date de durabilité minimale (à consommer de préférence avant le ...). Une fois, le lait entamé, il doit être conservé au froid. Il se présente conditionné en bouteille de plastique rigide. (CIDIL, 1993).

➤ **Le lait stérilisé U.H.T. :**

C'est, comme le précédent, un lait dont tous les germes ont été détruits ou neutralisés.

Le type de traitement qu'il a subi ne modifie ni son goût (il n'a pas le goût de "cuit"), ni sa valeur nutritionnelle.

C'est un lait "longue conservation", néanmoins les modifications physico-chimiques

s'y produisent plus rapidement que dans le lait stérilisé "simple". L'emballage porte obligatoirement une date de durabilité minimale de l'ordre de 3 mois.

Le lait stérilisé, et le lait stérilisé UHT se conservent à température ambiante, néanmoins leurs conditions optimales de conservation se situent à température fraîche (mieux vaut notamment les éloigner des sources de chaleur). Une fois entamés, ils doivent être conservés au froid.

Grâce à une qualité de production au-delà des normes en vigueur, on peut trouver actuellement sur le marché un lait de qualité supérieure protégé par le traitement UHT. Le lait stérilisé UHT est conditionné en emballage carton à section rectangulaire (brique) (CIDIL, 1993).

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).

❖ 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.

❖ **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.

❖ **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.

- ❖ **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.
- ❖ **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.
- ❖ **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.
- ❖ **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).

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).

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.

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)
- Stabilisants : alginate, pectine, amidon

Leurs conditions de conservation sont les même que celles du lait stérilisé. Leur conditionnement porte obligatoirement une date de durabilité minimale.

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 2 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 FERME

CHAPITRE II : LE LAIT A LA FERME**1. A l'origine : le veau**

Lorsqu'on parle du lait, sans autre précision, c'est du **lait de vache** dont il est question. Il existe plusieurs types d'animaux "laitiers" : vaches, chèvres, brebis, jument etc....

Nous sommes tellement accoutumés à considérer le lait comme un produit alimentaire de base, que nous en oublions souvent sa finalité première : l'alimentation du veau. C'est pourtant cette finalité qui détermine sa production : sans vêlage, pas de lactation. C'est en général dans sa 2^{ème} année d'existence que la vache atteint l'âge de la première fécondation (soit par insémination artificielle, soit par saillie d'un taureau). La gestation dure 9 mois. La lactation commence juste après la naissance du veau (vêlage). La production quotidienne de lait augmente pendant 7 semaines, puis diminue progressivement jusqu'au tarissement, 10 mois après le vêlage. La vache étant inséminée de nouveau environ 3 mois après le vêlage, on peut considérer que la production de lait s'étend sur une dizaine de mois dans l'année, et représente en moyenne 4 000 à 6 000 litres selon les animaux (CIDIL, 1993).

2. La traite

La sécrétion du lait obéit à un mécanisme hormonal, l'évacuation est liée, elle, à un réflexe déclenché par le mouvement de succion du veau tant sa mère. La traite effectuée à intervalles réguliers généralement 2 fois par 24 heures, doit donc reproduire les mouvements de tétée du veau pour déclencher la venue du lait. Jadis effectuée manuellement, la traite est entièrement mécanisée, ce qui représente un énorme progrès en matière d'hygiène et d'efficacité. En effet, tiré par gobelets trayeurs adaptés aux trayons de la vache, le lait passe directement par des tuyaux jusqu'à un grand ballon où il est filtré, avant d'aboutir à un bac réfrigéré, où il sera refroidi. Il n'est donc plus soumis à aucun contact humain ou animal, ce qui diminue de façon considérable les risques de contamination microbienne (CIDIL, 1993).

3. La production variable

La quantité de lait produit et sa composition varient selon le nombre de traites dans une journée : si l'on considère 2 traites quotidiennes comme la généralité, il faut savoir que 3 traites donneront 10 % de lait en plus, et une seule, 30% en moins. La durée de l'intervalle

séparant 2 traites intervient également : au-delà de 16 heures, la quantité produite diminue...On sait aussi que la traite du soir ne donne pas la même quantité de lait que celle du matin.

On ignore généralement souvent que les vaches sont des animaux émotifs : pourtant il suffit de l'irruption bruyante d'un chien, ou de personnes étrangères pendant la traite, pour la perturber, et entraîner une baisse de la quantité produite.

Les variations ne portent pas seulement sur le titrage. Elles concernent aussi la composition du lait. Celui-ci est un produit extrêmement complexe et divers facteurs sont susceptibles d'entraîner des modifications non négligeables dans sa composition.

Ces facteurs sont essentiellement liés à l'animal lui-même (race, histoire individuelle), à son stade de lactation, aux éléments climatiques, et à l'alimentation (CIDIL, 1993).

4. Le début de la chaîne du froid

Pour ralentir le développement microbien, normal dans un liquide physiologique comme le lait, il est nécessaire de soumettre celui-ci à un refroidissement le plus tôt possible après la traite.

La quasi-totalité des exploitations laitières est donc équipée de bacs réfrigérés où le lait est conservé jusqu'au ramassage à une température légèrement supérieure à 0°C mais ne dépassant pas 4°C.

La capacité moyenne installée dans ces bacs est de 2 800 litres ; la capacité de stockage est en rapport avec la taille des troupeaux et la fréquence des ramassages. Le stockage à basse température ralentit la prolifération microbienne, mais il ne la stoppe pas; il autorise une conservation dans de bonnes conditions pendant une durée limitée. Le froid ne peut pas améliorer la qualité bactériologique de lait (pas plus que la conservation par le froid à domicile n'améliore la qualité des aliments mis au réfrigérateur).

Celle-ci est étroitement dépendante des conditions d'élevage et de traite; elle est contrôlée au moment de la collecte (CIDIL, 1993).

5. La collecte

Pratiquement, toutes les exploitations laitières vendent leur production, à l'exception de quantités limitées réservées à l'élevage des veaux, et la consommation familiale, à une "laiterie" qui en assure les traitements de conservation (pour les laits de consommation) ou la transformation (fromages, beurre, produits frais, etc.). Cette laiterie assure le ramassage du lait dans les exploitations situées dans sa "zone de collecte".

Le ramassage aujourd'hui est effectué par des camions citernes qui passent dans chaque exploitation tous les 2 jours.

Le lait est payé en fonction d'au moins 4 critères. La qualité bactériologique (définie par le nombre de micro-organismes présents dans 1 ml de lait) et la qualité sanitaire (définie par le nombre de cellules somatiques présentes dans 1 ml de lait), les germes butyriques, lipolyses, et recherche d'inhibiteurs... (CIDIL, INRA, 1993).

CHAPITRE III : LE LAIT A LA LAITERIE (LES TRAITEMENTS)

CHAPITRE III : LE LAIT A LA LAITERIE (LES TRAITEMENTS)**I. 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 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).

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).

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).

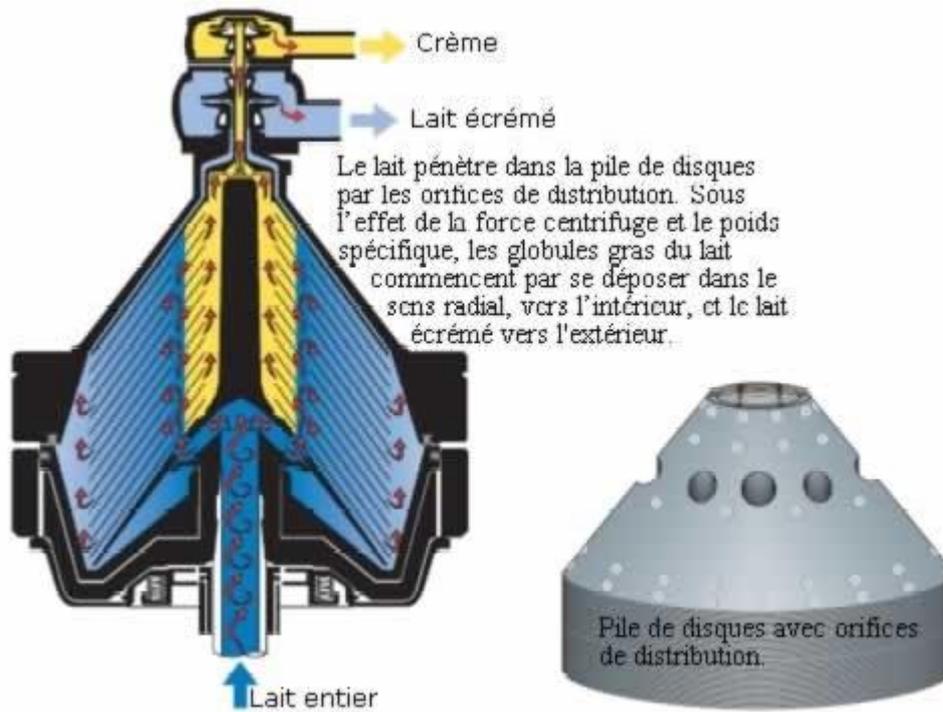


Figure 1: Principe de fonctionnement d'un séparateur centrifuge

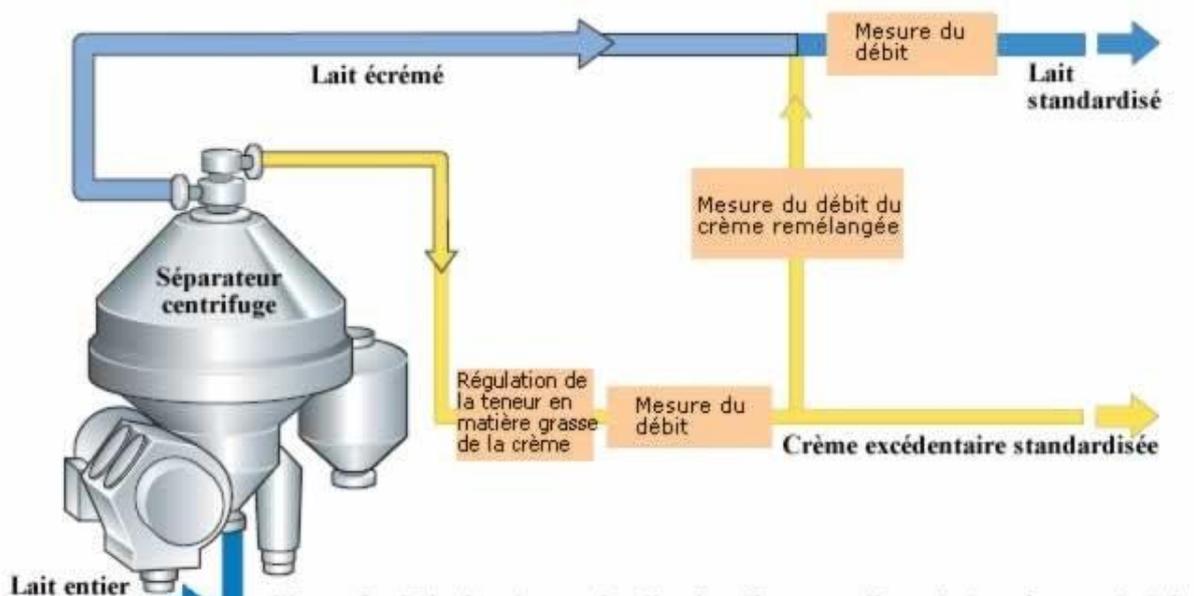


Figure 2: Principe de standardisation directe de la crème et du lait

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 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).

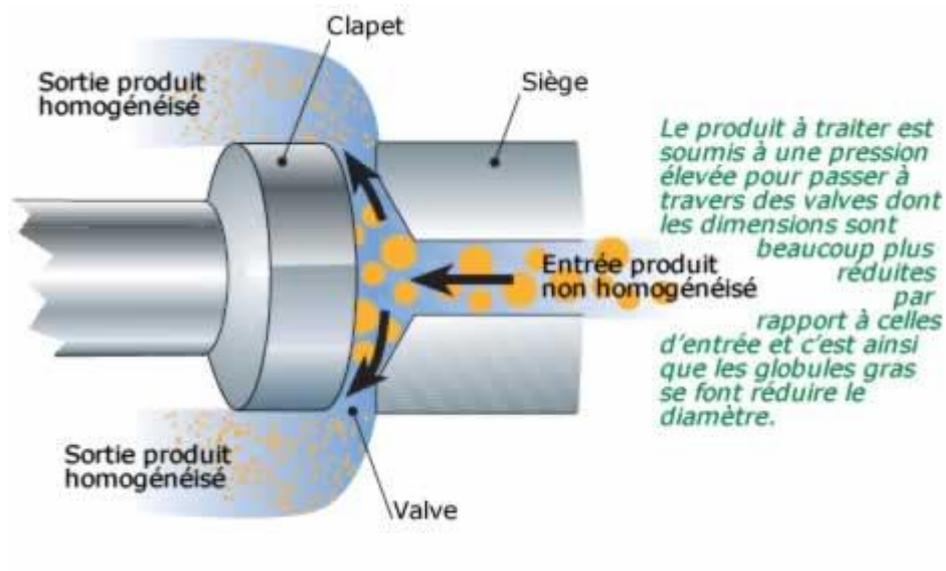


Figure 3: Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur

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)

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 pasteurisation, 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 Temperature, 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 surchauffage, conduisant à des goûts de cuit et à la suppression de la « ligne de crème », est difficile à éviter.

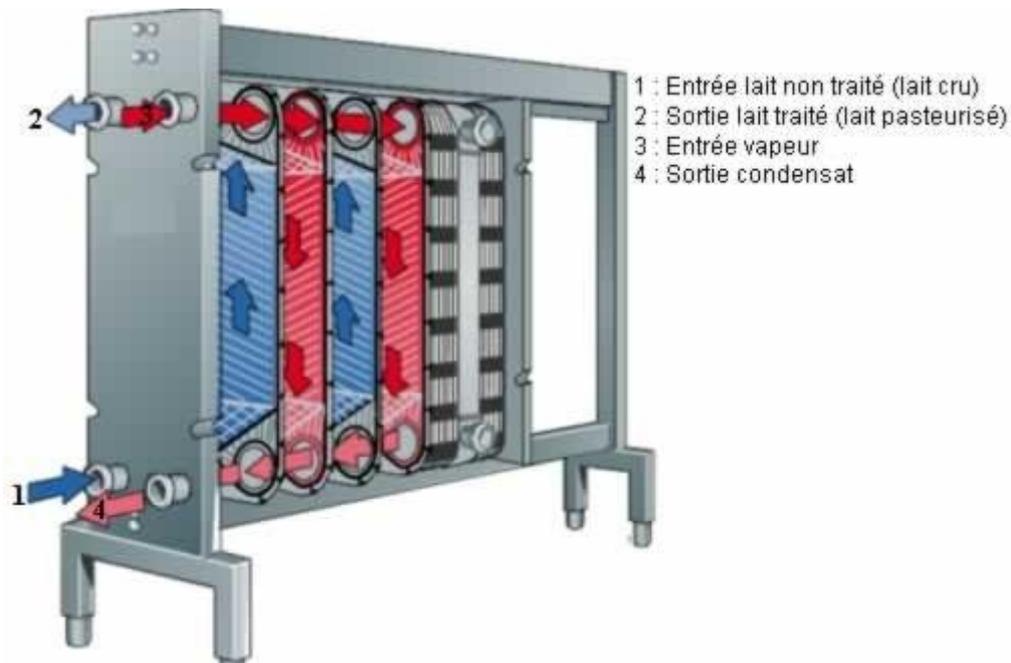


Figure 4: Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque

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 :

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.

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.

4.3. Pasteurisation en bouteilles

Le lait est chauffé à la température de pasteurisation basse, puis mis en bouteilles spéciales que l'on scelle ensuite hermétiquement. Les bouteilles pleines sont maintenues à la température de chambrage pendant au moins 30 minutes, puis refroidies assez lentement par immersion partielle ou totale dans l'eau.

4.4. Procédé « flash »

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

4.5. 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.

4.6. 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).

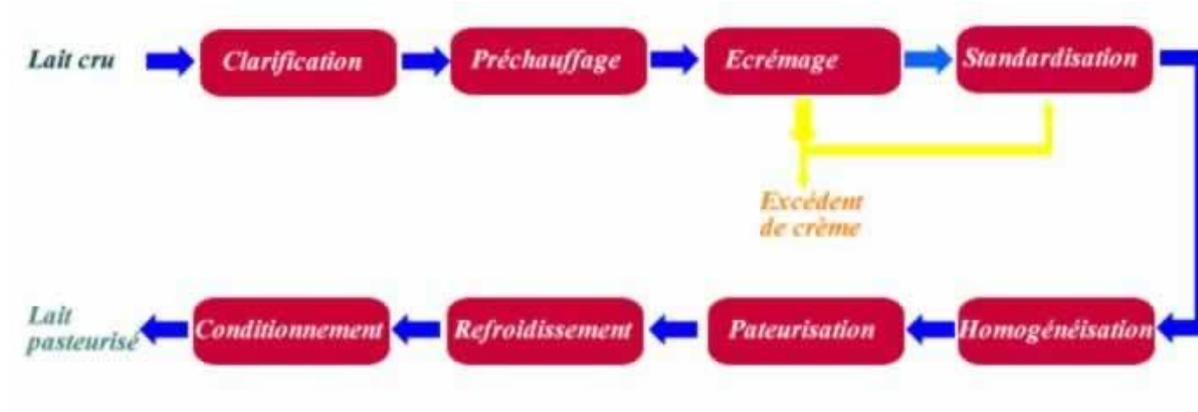


Figure 5: Diagramme de fabrication du lait pasteurisé

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 une 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).

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).

5.2. Stérilisation UHTST (stérilisateur fonctionnant en continu)

Il a déjà été indiqué que ce traitement par chauffage à 130°-150°C pendant 1-20secondes dans un stérilisateur continu est très sporicide. 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).

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).

6. La concentration

Il existe 2 types de laits concentrés : le non sucré et le sucré. Les traitements utilisés dans les 2 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).

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 on la sèche (CIDIL, INRA, 1993).

II. 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 a 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)

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 présent 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).

L'obtention d'un lait propre et sain exige un bétail sain, des locaux propres et des conditions de récoltes satisfaisantes ; la conservation du lait à basse température jusqu'à la livraison au consommateur ou à la laiterie, pour éviter le développement des microbes.

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).

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 inacceptable dans le lait. Les nuisibles tels que les insectes et les rongeurs sont des vecteurs d'introduction de maladies humaine et animales dans le milieu de production. Une application inappropriée des substances chimiques utilisées pour lutter contre ces nuisibles peut entraîner des dangers chimique dans le milieu de production (Codex Alimentarius, 2004).

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).

III. Contamination du lait**1. A l'usine**

Absence ou mauvaise qualité de contrôle de la qualité du lait avant transformation. Mauvaise hygiène du conditionnement. Traitement thermique mal réalisé : non respect du couple temps/température.

2. Chez les revendeurs

Après leur transformation à l'usine, le lait doit être transporté et stocké dans des conditions jugées normale, afin d'éviter le développement des germes pathogènes.

3. Chez le consommateur

Le lait constitue un excellent milieu de culture pour la plupart des microbes. C'est la raison pour laquelle les altérations d'origine microbienne sont les plus fréquentes et surtout les

plus rapides à apparaître. Les méthodes de conservation visent donc, avant tout, à stopper la prolifération des germes. Elles doivent également mettre le produit à l'abri des modifications d'origine chimique ou physico-chimique (Veisseyre, R. 1979). Parmi les méthodes de conservations nous avons : la réfrigération, le chauffage, la pasteurisation, la stérilisation, l'upérisation

IV. Les facteurs influençant la qualité du lait

1. La race

La variation du génotype de la vache laitière a une forte influence sur le niveau de production et plus encore sur les taux notamment de matière grasse « qui commande fortement le rendement en fromage ». (Wolter, 1997)

2. Stade de lactation

Il peut y avoir des écarts de 4 à 6 points pour le taux butyreux et de 3 à 5 pour le taux protéique. Les taux le plus faibles se situent pendant le deuxième et le troisième mois de lactation et les plus élevés en début et surtout en fin de lactation « dixième mois ». (Charron, 1986)

Le stade de lactation a une influence très remarquable sur la production laitière, particulièrement sur sa teneur en matière grasse et en matière protéique. (Remond, 1987)

3. Alimentation

L'alimentation constitue l'élément efficace à cours terme de faire varier le taux butyreux et protéique. Une mauvaise alimentation des vaches entraîne une chute brutale de la qualité des protéines secrétées et une diminution de la production laitière, tandis que le taux de matière grasse est plus ou moins faible. (Richard.W, Matthewman)

L'alimentation semble généralement représentée la clef de voûte de l'ensemble et le premier facteur limitant.

Dans l'ordre des propriétés, il faut satisfaire pleinement les exigences en :

- Eau d'abreuvement puisqu'elle conditionne le niveau de consommation, l'efficacité de la digestion et les facultés de sécrétion lactées ;

- Fourrage de haute qualité, très indigestible et digestible permettant de couvrir, en plus de l'entretien, une part déjà forte de la production laitière à partir de la seule ration de base
- Complément correcteur de la ration de base nécessaire à compenser les déséquilibres alimentaires des fourrages qui sont accentués par la simplification de la composition floristique et par l'intensification de la production végétale ;
- Complément de production, de composition standard est distribué en qualité bien ajustée aux besoins à fin d'éviter toute sous consommation responsable de sous production comme toute surconsommation qui entraîne pleinement un phénomène de substitution coûteux et rapidement dangereux pour la santé de l'animale. (Wolter, 1997)

4. Facteurs climatiques et saisonniers

Le taux butyreux et protéiques augmente généralement hiver tandis que la production laitière diminue par contre on a une production augmentée en été. (Charron, 1986)

5. Traite

Elle représente une opération très importante dans la conduite d'un troupeau laitier. Elle est généralement effectuée deux fois par jours dont le lait du matin est plus pauvre que le lait du soir en matière grasse, et quelque établissement font trois traites par jours dont celui du midi est plus riche en matière grasse. (Tolle, 1978)

Elle exige une main d'œuvres de qualité, réaliser dans de mauvaises conditions, peut entraîner des diminutions de production, des accidents sanitaires. (Charron, 1986)

5. Stockage et conservation du lait

Le lait est refroidi immédiatement après la collecte à une température plus proche possible de 0°C, qui ne doit en aucun cas dépasser +2°C. le lait peut être conservé 2 à 3 jours à basses températures. (Huchon, 1996)

Le lait doit être transporté dans un délai de 24h. La conservation de lait à basse température permet une bonne conservation des propriétés organoleptiques du lait. (Richard, 1993)

6. Collecte

Le refroidissement du lait permet un ramassage tout les deux ou trois jours. La chaîne du froid est interrompue, les camions citernes étant réfrigérés et le lait n'est jamais en contact de l'air ambiant, changement et déchargement s'effectuant par tuyaux. (Charron, 1986)

Ce mode de transport implique le mélange des laits avec des risques de contaminations, même par des petites quantités de lait « souillés » et au cours du voyage, le lait aura subit une agitation qui peut porter atteinte à ses propriétés physico-chimiques. (Auclair, 1980 et Webert, 1985)

CHAPITRE IV : LE LAIT ET LA SANTE

CHAPITRE IV : LE LAIT ET LA SANTE

I. Maladies transmises par le lait**A. Maladies d'origine biologiques**

Les laits n'ont pas seulement une valeur nutritive pour les hommes mais ils sont souvent un milieu de culture idéal pour la multiplication microbienne. Les micro-organismes présents peuvent servir de véhicule pour la transmission des maladies (Prescott et al, 1999).

Les micro-organismes jouent un rôle important dans le monde vivant. Ils peuvent avoir des effets bénéfiques ou nuisibles en fonction des domaines considérés (biotechnologie, environnement, santé, etc...). La flore microbienne des laits englobe différents types de micro-organismes (Beuvier, E. 2005)

1. Bactéries

Parmi les micro-organismes rencontrés dans le lait, les bactéries sont ceux qui prédominent. C'est le cas par exemple des butyriques (*Clostridium tyrobutyricum*) qui peuvent résister à des conditions hostiles de température grâce à la sporulation (Beuvier, E. 2005).

Les agents infectieux ou micro-organismes peuvent provenir des animaux, de germes. Les conditions de transformation, de transport et de commercialisation pourront offrir des conditions de développement favorable à ces micro-organismes qui se multiplieront alors rapidement. Les autres dangers sont la contamination par des résidus chimiques notamment des résidus d'antibiotiques ou d'autres impuretés dans le lait ou dans les autres matières premières (Broutin et al. 2005).

Tout animal malade est susceptible de transmettre un germe pathogène par le lait. En particulier les animaux malades de tuberculose ou de brucellose donnent du lait contaminé en agents infectieux qui sont respectivement *mycobacterium* et *brucella* (Broutin et al. 2005).

1.1. Tuberculose

Le lait consommé cru est le principal véhicule du bacille tuberculeux des animaux à l'homme, mais la contamination aérienne se produit également (Francis, 1958 et Jensen, 1953). Les vaches laitières infectées constituent de loin la principale source de bacille tuberculeux, bien que d'autres espèces mise à part l'espèce bovine puissent aussi propager l'infection.

La fréquence de la tuberculose bovine chez l'homme dépend donc de l'atteinte du bétail et des qualités de lait cru ou insuffisamment thermo- traité consommé par la population (Ritchie, 1946).

Mycobacterium tuberculosis est l'agent causal de la tuberculose (Prescott et al. 2003).

Cette bactérie est également pathogène pour l'homme et elle est transmise par le lait cru (Broutin et al. 2005).

L'infection par *mycobacterium bovis* constituait 1 à 5% des cas de tuberculose humaine, en majorité des localisations extra pulmonaires. Ces formes sont essentiellement liées à la consommation du lait (Gantere. 2003).

Le bacille tuberculeux humain semble pourtant provoquer chez le bétail des infections passagères qui, temporairement, sensibilisent les animaux à la tuberculine (Jensen, 1953).

Le germe entraîne généralement une infection au niveau des poumons, mais il arrive aussi que d'autres organes soient atteints (www.cchst.ca).

Les bacilles peu pathogènes déterminent une tuberculose localisée, souvent limitée au complexe primaire. Ils provoquent plutôt l'apparition de lésions folliculaires, alors que les bacilles très virulents induisent des lésions exsudatives (Benet.J.J, 2001).

La tuberculose se contamine par voie aérienne, par exposition aux germes présents dans la salive et les expectorations pulmonaires des personnes infectées. (Francis, 1958 et Jensen, 1953).

Symptômes chez l'homme : Les signes ou les symptômes de la tuberculose peuvent être confondus avec ceux de nombreuses autres maladies. Ce sont : une perte de poids, une perte d'énergie, une diminution de l'appétit, de la fièvre et une toux grasse, des sueurs nocturnes, les autres signes dépendent de la localisation de la maladie (www.cchst.ca).

La lutte contre la tuberculose transmise par le lait implique trois mesures importantes :

- L'éradication de l'infection chez les animaux laitiers ;
- Le contrôle sanitaire des manipulateurs de lait ;
- Un traitement thermique satisfaisant du lait.

1.2. Brucellose

La brucellose est due à une bactérie appartenant au genre *Brucella*, trois espèces responsables de pathologies humaines ; *Brucella melitensis*, *Brucella abortus*, *Brucella suis* (Bendib. 1997).

C'est une zoonose alimentaire, transmise par consommation des produits laitiers, laits ou fromage frais. L'homme étant l'hôte accidentel, il se contamine par voie directe lors de l'ingestion des produits laitiers non pasteurisés, ou indirecte en rentrant en contact avec les animaux infectés (fermier, vétérinaire) (Ganterre. 2003).

La brucellose est une zoonose qui a des répercussions importantes aussi bien pour la santé publique que pour l'économie de la plupart des pays en développement. La maladie animale a été maîtrisée dans de nombreux pays développés, ce qui a entraîné une diminution du nombre des cas humains. Sa survenue chez l'homme dépend en grande partie du réservoir animal. La plus forte incidence d'infection chez les humains se produit là où l'infection existe chez le mouton et la chèvre (www.esculape.com).

On connaît à l'heure actuelle six espèces de *Brucella* parmi lesquelles *Brucella melitensis*, *Brucella suis* et *Brucella abortus* qui ont une importance en santé publique. *Brucella melitensis* se rencontre plus fréquemment que les deux autres types dans la population générale et il s'agit de l'espèce la plus pathogène et la plus invasive, suivi dans l'ordre par *Brucella suis* et *Brucella abortus* (www.esculape.com).

La brucellose se contamine par le lait et les produits contaminés et non traités, ainsi que par contact direct avec des animaux infectés (bétail, moutons, chèvre, porcs,...), carcasses d'animaux et produits d'avortement. Des millions de personnes sont à risque dans le monde, en particulier dans les pays en développement où l'on n'a pas réussi à maîtriser l'infection chez l'animal, où le traitement à la chaleur des produits laitiers (pasteurisation) n'est pas systématiquement et où certaines habitudes alimentaires telles que la consommation de lait cru et les mauvaises conditions d'hygiène favorisent la transmission à l'homme qui, en pareil cas, peut survenir fréquemment. Si plusieurs pays industrialisés ont réussi à maîtriser cette maladie chez l'animal, elle survient encore sporadiquement chez des sujets ayant contracté l'infection à l'étranger ou ayant ingéré des produits animaux contaminés, ainsi que dans certains groupes professionnellement exposés (www.esculape.com).

Symptômes chez l'homme : La période d'incubation de la brucellose est généralement de une à trois semaines, mais elle peut atteindre plusieurs mois.

L'infection peut être bénigne et spontanément résolutive ou, au contraire, grave. Elle peut s'installer soudainement ou à bas bruit et elle est accompagnée d'une fièvre continue, intermittente ou irrégulière.

La symptomatologie de la brucellose ressemble à celle de beaucoup d'autres maladies fébriles, mais avec des manifestations marquées au niveau ostéomusculaire, avec des douleurs généralisées associées à de la fatigue, à un état de prostration et de dépression profonde : classique fièvre ondulante sudoro-algique.

Chez certains malades, le tableau clinique est dominé par des symptômes génito-urinaires. Cette maladie a une durée variable, de quelques semaines à plusieurs mois (www.esculape.com).

1.3. Fièvre Q

C'est une zoonose aigue de répartition mondiale causée par *Coxiella burnettii* (Prescott et al. 2003).

La contamination humaine peut s'opérer selon trois modalités :

- Inhalation de gouttelettes virulentes (dans le local d'élevage après avortement notamment).
- Par contact direct avec l'animal infecté (contamination de lésions cutanées par exemple).
- Par ingestion de lait contaminé (Ganterre. 2003).

La fièvre Q est une maladie infectieuse animale transmissible à l'homme (zoonose). L'agent de cette maladie est une bactérie *Coxiella burnettii*, bacille Gram négatif, pouvant se sporuler et résistant à la chaleur et à la dessiccation.

La contamination humaine s'effectue principalement par le bétail (ovins, bovins, caprins), mais des animaux domestiques ou sauvages peuvent être incriminés. La fièvre Q peut être responsable chez l'animal d'une infection placentaire avec avortement ou d'une excrétion chronique de bactéries dans leurs déjections et leur lait (www.esculape.com).

La fièvre Q est une zoonose présente dans la plupart des pays. L'homme contracte l'infection à partir des réservoirs animaux, surtout des ruminants domestiques. La fièvre Q est une maladie extrêmement infectieuse, qui est due à la multiplication de *Coxiella burnettii*, une petite bactérie pléomorphe mesurant 0,3 à 1,5 µm de large. La bactérie étant exclusivement intracellulaire, *Coxiella burnettii* peut être cultivée seulement sur œufs embryonnés ou cultures

des cellules ou si nécessaire, sur animaux de laboratoire. Il existe 2 formes antigéniques : la phase I pathogène, trouvée chez les animaux ou les individus infectés et la phase II avirulente, obtenue par passage répétés sur œufs embryonnés ou sur culture cellulaire. *Coxiella burnettii* est un micro-organisme extrêmement dangereux et sa manipulation doit être réalisée dans les locaux permettant le travail d'agents pathogènes (OIE. 2005).

La contamination humaine se fait le plus souvent par inhalation d'aérosols ou de poussières contaminées par les bactéries qui peuvent être présentes notamment dans les produits de mise bas et les déjections des animaux infectés, et dans une moindre mesure par contact direct avec des animaux infectés. La fièvre Q affecte plus particulièrement les personnes travaillant au contact du bétail (éleveurs, vétérinaires, personnel des abattoirs...). Il s'agit d'une maladie inscrite sur la liste des maladies professionnelles. Par ailleurs, une contamination alimentaire par du lait cru contaminer et les produits laitiers qui en découlent est également possible. Il n'existe pas, en principe, de contamination interhumaine. Quelques observations ont toutefois été décrites dans des circonstances particulières (après effraction cutanée, lors d'autopsie, ou la contamination d'un obstétricien au cours d'un avortement). De même, la transmission transfusionnelle a été évoquée une fois dans la littérature (www.esculape.com).

Symptômes chez l'homme : L'incubation est de 2 à 3 semaines. La maladie est asymptomatique dans la moitié des cas. La fièvre Q dure en moyenne entre 12 et 14 jours, avec une guérison spontanée complète dans la majorité des cas. Chez les patients atteints de valvulopathies ou porteurs d'une prothèse valvulaire, cardiaque ou chez les personnes présentant une pathologie grave avec diminution de leurs défenses immunitaires, l'évolution peut se faire sous une forme chronique. Chez la femme enceinte, des risques d'avortement (majorés dans le premier trimestre) ou de menace d'accouchement prématuré sont possibles (www.esculape.com)

1.4 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus présent chez l'homme, particulièrement dans les plaies, gerçures, crevasses, panaris et les cas d'infections respiratoires. Les formes humaines sont particulièrement virulentes. Il est donc nécessaire d'éviter la contamination des aliments par ce dernier (Broutin et al. 2005).

Leur présence est due à une mauvaise hygiène, ils sont des coques Gram+, de 0,5 à 1,5µm de diamètre, anaérobiose facultatifs non mobiles thermoïoniques et qui forment des amas

irréguliers, détruit à 60°C. Leur paroi contient du peptidoglycane et de l'acide téichoïque. Il est le plus répandu chez l'homme (Coyette et P-hoct, 1997 ; Prescott et al. 2003).

Il existe plus de 30 espèces de staphylocoques que l'on peut identifier grâce à leurs différentes caractéristiques phénotypiques (réaction biochimique, structure de la paroi) et génotypiques.

On distingue :

- le staphylocoque coagulase positive : représenté essentiellement par le *S aureus*, caractérisé par la production d'enzyme extracellulaire dont la coagulase, d'un pigment caroténoïde jaune doré et par la présence d'une protéine A de paroi chez 90% des souches.
- le staphylocoque coagulase négative : ne produit ni coagulase, ni pigment, ne possède pas de protéine A et n'hémolyse pas sur gélose au sang.

Les espèces pathogènes pour l'homme sont :

S. epidermidis, *S. saprophyticus*, *S. hominis*, *S. capitis*, *S. cohnii*, *S. varneri*, *S. haemolyticus*, *S. saccharolyticus*, *S.pasteurii* (El Kouri, 1998).

La production d'enterotoxine est le propre de certains isolats de *Staphylococcus aureus*, coagulase positive, dits « pathogènes ».

Mais certains staphylocoques coagulase négative synthétisent des enterotoxines (Ait Abdelouahab, 2001).

Les sources de contamination du lait sont les animaux atteints des mammites cliniques et subcliniques, les mains sales ou les plaies du trayeur, le matériel (Broutin et al. 2005).

Les surfaces des équipements peuvent être aussi une source de contamination par *S. aureus* (Bremer et al. 2004).

Symptômes chez l'homme : A incubation courte 2 à 4 heures. Ensuite surviennent brusquement les signes : vomissement (les toxines agissent en effet sur les terminaisons nerveuses du tube digestif qui stimulent le centre du vomissement) et diarrhée. La durée des symptômes est inférieure à 30 heures (Ait Abdelouahab. 2001).

1.5. Salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries à Gram négatif relativement faciles à cultiver et sensibles à la chaleur. Elles sont en revanche peu sensibles au froid ce qui explique leur survie

dans le milieu extérieur. Elles résistent bien à la congélation, particulièrement en présence de protéines et d'agents protecteurs (Gendrel. 1997).

Le genre salmonella, appartient à la famille des enterobacteriaceae, caractérisé par des bacilles à coloration Gram négative, non sporulants, la plupart du temps doué d'une mobilité propre grâce à des flagelles péritriches (à l'exception de *Salmonella Galinarum*). La taille des bâtonnets varie entre 2 et 5µm de longueur sur 0,7 à 1,5µm de largeur. Ils sont aéroanaérobies, bactéries mésophiles, leur optimum de croissance est proche de la température corporelle des animaux à sang chaud (35-43°C). La limite de croissance inférieure se situe aux environs de 5°C (Korsak et al. 2004).

Toutes les salmonelles sont potentiellement pathogènes pour l'homme et pour les animaux, parmi elles : *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi* A, B et C produisent les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes ou syndrome typhoïdique (Ait Abdelouahab. 2001).

La contamination dans les élevages provient principalement d'animaux excréteurs, malades ou non (bovins, ovins, caprins, chiens, rongeurs, volailles, pigeons), de l'homme, de l'eau et des aliments souillés. La contamination de l'environnement par les animaux n'est pas seulement le fait des animaux atteints. Après leurs guérisons, ces animaux excrètent pendant plusieurs années et en quantité importante des salmonelles par les bouses ou les crottes. On trouve aussi fréquemment des animaux avec des fèces contaminés malgré l'absence d'antécédents cliniques de salmonelloses au niveau de l'individu ou du troupeau (Broutin et al. 2005).

Symptômes chez l'homme : Les bactéries se multiplient et envahissent la muqueuse intestinale où elles produisent une enterotoxine et une cytotoxine qui détruisent les cellules épithéliales. Douleurs abdominales, crampes, diarrhée et fièvre sont les symptômes fréquents et remarquables qui durent habituellement de 2 à 5 jours mais qui peuvent se prolonger pendant plusieurs semaines. Durant la phase aigue de la maladie, un gramme de selles peut contenir jusqu'à 1milliard de salmonelles. La plupart des patients adultes guérissent mais la perte de liquide peut causer des problèmes pour les enfants et les personnes âgées (Prescott et al. 2003).

1.6. Escherichia coli

La flore coliforme est banale dans le lait cru. Dans les élevages, les déjections des bovins constituent le principal réservoir de ces bactéries en particulier l'espèce *E. coli*. Les laits produits

dans des conditions d'hygiène et correctement réfrigérés contiennent généralement moins de 50 coliformes/ml (Sommellier et Heuchel. 1999).

Il s'agit d'une entérobactérie lactose positive, gazogène, réalisant une fermentation acide mixte. Elle produit de l'indol. Cette espèce peut être responsable d'intoxication à cause d'un développement abondant (Guiraud. 1998). On distingue actuellement quatre groupes principaux d'*E.coli* impliqués dans les diarrhées du nourrisson, de l'enfant, quelquefois de l'adulte (Ait Abdelouahab. 2001).

Ce sont les *E.coli* entéropathogènes (EPEC) les plus anciens historiquement, les *E.coli* entérotoxigènes (ETEC), les *E.coli* entéro-invasifs (EIEC) et enfin les *E.coli* entéro hémorragiques (EHEC) (Ait Abdelouahab. 2001).

Les manifestations digestives liées aux infections à *Escherichia .coli* sont la conséquence d'une ingestion d'aliments provenant d'animaux infectés, le plus souvent par des selles de malades ou de porteurs asymptomatiques ou des instruments ayant été en contact avec la matière fécale contaminante (Germani et sansonetti. 1998).

Les manifestations digestives liées aux infections à *Escherichia .coli* sont la conséquence d'une ingestion d'aliments provenant d'animaux infectés, le plus souvent par des selles de malades ou de porteurs asymptomatiques ou des instruments ayant été en contact avec la matière fécale contaminante (Germani et sansonetti. 1998).

Symptômes chez l'homme :

- *Escherichia coli* entéropathogènes (EPEC) : provoquent chez l'enfant des gastro-entérites sévères. Les gastro-entérites infantiles se traduisent par les céphalées, la fièvre, le vomissement, les diarrhées (Guiraud. 1998).
- *Escherichia coli* entérotoxigènes (ETEC) : provoquent des syndromes cholériformes (diarrhée des voyageurs) (Guiraud. 1998).
- *Escherichia coli* entéro-invasifs (EIEC) : des souches infectieuses provoquant des diarrhées aiguës avec fièvre. Il s'agit de syndromes dysentérieformes, la souche se fixe à la muqueuse et l'infecte (Guiraud. 1998).
- *Escherichia coli* entéro hémorragiques (EHEC) : ces souches provoquent une diarrhée sanglante et éventuellement un syndrome d'urémie hémolytique lié à la présence d'une entérotoxine (Guiraud. 1998).

Tableau 3: Les gastro-entérites à *Escherichia coli* (Ait Abdelouahab. 2001)

	EPEC	EHEC	ETEC	EIEC
Signes Cliniques	Fièvre, douleurs abdominal, vomissement	Fièvre modérée ou absente, douleurs et crampes abdominales	Fièvre modéré ou absente, douleur et crampes abdominales	Fièvre, douleurs abdominales. signe toxiques
Diarrhée	Aqueuse avec du mucus et un peu de sang	colite hémorragique syndrome hémolytique et urémique purpura thrombotique cytopénique (TTP)	Aqueuse typique	Dysentérique avec sang et mucus
Localisation	Grêle proximal	Grêle distal caecum, colon	Grêle proximal	Grêle distal, caecum, colon
Adhérence	Protéines EAF attach/eff (AE)	protéine membrane attach/eff (AE)	Facteur de colonisation (CFA)	
Invasion	++	+faible	-	+++ (plasmide invasion)
toxines	-	Shiga-like toxines (SLTs)	Toxines LT et ST	Shiga-like toxines(SLTs)

1.7. Choléra

Le lait véhicule parfois le vibrion cholérique après avoir été contaminé par les mains souillées d'un malade ou d'un convalescent porteur. Mais le plus souvent, l'infection résulte de l'utilisation d'une eau polluée, pour les travaux de laiterie ou même pour la dilution du lait. Le vibrion ainsi introduit dans le lait cru y survit de 1 à 3 jours dans les conditions usuelles (Kitasato, 1889 et Pollitzer).

1.8. Botulisme

Le lait et les produits laitiers ne sont que rarement en cause dans le botulisme. Les spores extrêmement résistantes de *Clostridium botulinum* et de *Cl. parobotulinum* sont largement répandues dans le sol et contaminent fréquemment le lait et les produits laitiers. Elles ne risquent guère d'être détruites par la pasteurisation ni par les autres traitements thermiques habituels ; on a constaté qu'elles restent viables dans le fromage, généralement en l'absence des toxines correspondantes (Meyer).

1.9. Streptocoques

Les streptocoques fécaux appartiennent au groupe enterococci du streptococcus, capable de résister à la pasteurisation, se multiplient aux températures entre 8°C et 50°C. Leur présence est due à une mauvaise hygiène. Ils sont des coques gram+, anaérobies facultatifs, se trouvent en chaîne ou en paires lorsqu'ils sont développés en milieu liquide et ils sont généralement mobiles (Coyette et P-hoet, 1997).

Les streptocoques provoquent chez l'homme plusieurs affections cliniques aiguës : angine, otite moyenne, scarlatine et érysipèle. Les germes sont introduits dans le lait par des personnes incubant une maladie à streptocoques, par des convalescents et par des porteurs asymptomatiques. Dans certains cas, les personnes qui propagent l'agent infectieux contaminent les animaux laitiers, lesquels contractent ainsi des affections cliniques ou subcliniques du pis et à leur tour, excrètent des quantités importantes de streptocoques dans leur lait. Ce lait consommé frais ou insuffisamment traité peut être pour l'homme une source d'infections sporadiques ou épidémiques (McCarthy, 1958).

A noter que l'on utilise en laiterie certaines souches non pathogènes de streptocoques (*St. Lactis, cremoris*, etc.).

Dans le lait, les streptocoques sont aisément détruits par traitement thermique. Les épidémies sont presque toujours imputables à la consommation de lait cru, de lait mal pasteurisé ou de lait contaminé après pasteurisation. Les produits laitiers faits du laits cru sont également contaminé (Bryan, 1944).

La prévention des affections streptococciques laiteuses repose sur la contrôle sanitaire des ouvriers dans les fermes laitières, sur le rejet du lait provenant des secteurs contaminés et de tout lait d'apparence anormale, sur le refroidissement efficace du lait et, par-dessus tout, sur le thermo-traitement convenable de tous les laits, y compris ceux qui sont destinés à la fabrication du beurre, du fromage et d'autres produits laitiers(FAO/OMS, 1960).

2. Champignons pathogènes

Quelques champignons pathogènes peuvent infecter les tissus mammaires et être excrétés en grand nombre dans le lait. Certaines espèces signalées comme pouvant provoqué la mammite chez les animaux sont également capables de susciter divers états pathologiques chez l'homme. On n'a jusqu'à présent signalé chez celui-ci aucune infection de ce genre d'origine laitière, mais la présence dans le lait et les produits laitiers de ces champignons pathogènes pour l'homme constitue un danger en puissance, bien que non avéré (Loftsgard et Lindquist, 1960).

Ils regroupent en réalité deux types de micro-organismes : **les levures et les moisissures.**

- ❖ **Levures :** Etant donné leur grande capacité d'adaptation à de nombreux substrats, les levures sont très largement répandues dans l'environnement et se retrouvent de façon normale dans le lait. Ces sont des champignons chez lesquels la forme unicellulaire est prédominante. On compte notamment parmi elles *Geotrichum candidum*, *Saccharomyces cerevisiae*.
- ❖ **Moisissures :** Tout comme les levures, les moisissures peuvent être véhiculées par l'environnement et se retrouver dans le lait. Ce sont des micro-organismes filamenteux qui sont disséminés par l'émission de spores (Beuvier, E. 2005).

B. Dangers d'origine chimiques

Le développement de l'industrie pharmaceutique et l'usage croissant de produits antiparasitaires, des antibiotiques entraînant la présence possible de substances chimiques indésirables dans les produits alimentaires appelés résidus.

Parmi les substances contaminants souvent détectées dans le lait les antibiotiques. Il est essentiel que les producteurs soient vigilants en maintenant une bonne hygiène au sein du troupeau et lors de la traite ainsi qu'en suivant le mode d'utilisation des produits chimiques (Wattiau. 1998).

1. Pesticides

D'une façon générale, en très nette diminution et se retrouvent à des doses inférieures aux normes européennes. L'utilisation de nombreux pesticides a été interdite en agriculture, d'où une diminution constante de la contamination du lait (CIDIL, INRA, 1993).

Le caractère polluant des pesticides organochlorés est lié au fait qu'ils ne sont pas biodégradable et qu'ils se trouvent, pendant des mois voire des années. A cette stabilité s'ajoutent des propriétés lipophiles marquées qui expliquent que les organochlorés sont des produits qui peuvent s'accumuler dans les graisses et notamment dans celle du lait, des viandes et du corps humain (Luquet. 1972).

2. Antibiotiques

La présence d'antibiotiques dans le lait est néfaste.

- au niveau du consommateur : antibiorésistantes, réactions allergiques
- au niveau de l'industriel : fabrications fromagères plus difficiles, voire impossible car les bactéries lactiques sont très sensibles aux antibiotiques (CIDIL, INRA, 1993).

Les laits renferment assez fréquemment des résidus provenant des antibiotiques utilisés pour le traitement des animaux laitiers. Ces produits sont fréquemment administrés par voie parentérale ou orale, et parfois en complément de la ration alimentaire. Mais c'est la perfusion intra mammaire contre la mammite qui est principalement responsable de la pollution du lait et des produits laitiers (Albright et al, 1961).

La présence de résidus d'antibiotiques dans le lait pose deux sortes de problèmes. En premier lieu, ces résidus créent des difficultés au cours de la fabrication des produits qui nécessitent un caillage, une maturation, le développement d'un arôme et d'autres processus

tributaires de l'activité microbienne, car celle-ci est inhibée par la présence des antibiotiques (Welch, 1957)

D'après Althaus et al. (2003), la présence des résidus des agents antimicrobiens dans le lait constitue un danger potentiel pour le consommateur et peut causer des réactions allergiques, interférer avec la flore intestinale et provoquer des résistances bactériennes. Les pertes importantes sont celles provoquées dans les produits fermentés par inhibition du processus bactérien nécessaire à l'élaboration des fromages et des produits laitiers.

Importance à l'industrie : Les antibiotiques peuvent atteindre dans le lait une concentration suffisante pour entraver le développement normal des ferments lactiques et rendre impossible son utilisation principalement en fromagerie et dans la fabrication des produits fermentés (Coquin. 1979).

Importance en santé humaine : Les résidus d'antibiotiques présents dans le lait ne peuvent intervenir qu'en tant qu'éléments déclenchant compte tenu des faibles quantités incriminées et également du fait que la voie digestive est moins allergisante qu'un contact cutané ou respiratoire (Burgat et Sacaze. 1981). Ce risque apparaît donc beaucoup plus théorique que réel, seulement quelques cas d'allergie à la pénicilline suite à la consommation de produits laitiers ont été déclarés dans le monde au cours des dernières décennies (Federicci et Mathieu. 2000).

La toxicité directe et aigue des résidus d'antibiotiques est nulle, au regard des quantités que le consommateur est susceptible d'absorber. Seul le chloramphénicol a un effet toxique suite à ses propriétés apaisantes sur la moelle osseuse (Keck. 1981).

Le chloramphénicol est aujourd'hui interdit en production animale et suspendu de l'homologation (Rahal. 2001).

3. Résidus de médicaments dans le lait

Le lait provenant d'animaux ayant été traités par des médicaments à usage vétérinaire pouvant être transmis au lait ne devrait pas être utilisé à moins que le délai de retrait spécifié pour le médicament en question ait été respecté.

Il est établi que l'utilisation inappropriée de médicaments vétérinaires entraîne la présence de résidus potentiellement nocifs dans le lait et les produits laitiers et compromettre la salubrité du lait destiné à la fabrication de produits de culture (Codex alimentarius. 2004).

4. Eléments radioactifs

Les éléments radioactifs s'accumulent dans le sol et contaminent les eaux et les végétaux qui sont capables d'assimiler les isotopes. Il en résulte une contamination des animaux et une pollution du lait dans la mesure où les produits radioactifs présentent, chez l'animal, un métabolisme comparable à celui des mêmes produits non radioactifs (Michon. 1969).

5. Infection parasitaires

Il est certain que quelques-unes des affections parasitaires de l'homme transmissibles par les aliments peuvent être véhiculées par le lait. Tel est notamment le cas des affections au cours desquelles le stade infectant du parasite peut être propagé par les manipulations de lait : kystes amibiens et autres, œufs de *Tænia solium* et de *Entérovirus*.

Mais les caractéristiques épidémiologiques de ces infections sont telles qu'il est difficile sinon impossible de déceler les causes de transmission des agents infectieux au lait, c'est sans aucun doute la raison pour laquelle la littérature des maladies à transport laitier ne signale pas de cas infectieux de ce type. *Toxoplasma gondii* est, à notre connaissance, le seul parasite animal qui, excrété dans le lait de vache, soit infectieux pour l'homme, mais on ignore si les humains peuvent être aussi infectés par l'intermédiaire du lait. La contamination du lait et des produits laitiers par des sols infectés d'œufs d'*Ascaris* ou de *Trichuris*, ou de larves d'helminthes, etc., semble possible bien que difficile. De bonnes techniques sanitaires, le traitement thermique du lait et l'adoption de mesures d'hygiène par les manipulateurs de lait devraient convenablement prévenir la transmission de ces infections (Sanger et al. 1953).

6. Agents de conservation et de désinfectants

On ajoute parfois au lait certains agents et des bactériostatiques pour prolonger sa conservation et empêcher ou masquer la fermentation acide et la décomposition qui résultent de pratiques défectueuses. Parmi ces additifs figurent l'eau oxygénée, l'acide borique et le borax, l'acide benzoïque et les benzoates, les sels alcalins, l'acide salicylique, le dichromate de

potassium, les hypochlorites et les composés d'ammonium quaternaire. Les produits de ces deux derniers groupes sont souvent introduits dans le lait après avoir été utilisés dans les solutions de rinçage du matériel et des ustensiles laitiers. Tous les produits indiqués tendent à masquer des pratiques antihygiéniques, mais leur usage ne constitue nullement une garantie contre les microorganismes pathogènes. En outre, certains d'entre eux (acide borique) peuvent être extrêmement toxiques, même en faibles quantités. Exception faite pour l'eau oxygénée, leur emploi comme bactériostatiques intentionnels doit être fermement prévenu et vigoureusement condamné (American Public Health Administration, 1960).

CONCLUSION

Conclusion

Ce thème a pour but de montrer l'importance de la composition et la qualité du lait de vache afin de déterminer le lait impropre à la consommation ni à la transformation dans l'industrie.

Ce qui nous permet de conclure que le lait de vache pouvait constituer une source de danger pour la santé publique malgré les différents traitements thermiques adéquats au niveau des industries.

D'une manière générale un lait devrait être exempté de tous germes pathogènes d'où sa préférence par les consommateurs.

La contamination du lait de vache est un problème qui est dû non pas à l'état de la vache laitière mais plutôt au mal respect des mesures d'hygiène après traitement thermique au niveau des matériels de stockage et de conditionnement ou un mauvais traitement thermique.

Une meilleure préservation de la qualité du lait réside dans le respect des mesures d'hygiène, un autocontrôle bactériologique et hygiénique, doivent être appliqués à l'ensemble de la filière.

N.B : On aurait souhaité réaliser la partie expérimentale seulement l'occasion nous a pas été présentée, à maintes reprises on a tenté l'accès au laboratoire de laiterie « Giplait » de Tiaret malheureusement cet accès nous a été interdit malgré l'octroi de l'autorisation pour d'autres étudiants vétérinaires, nutritionnistes et microbiologistes ont pu le décrocher.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- **Ait Abdelouahab, N. (2001)** : Microbiologie alimentaire : Office des publications universitaires. Edition 1.04.4362 : 147.
- **Alais, 1984**
- **Benet, j.j. (2001)**
- **Bernet, (1996)** : Application d'une variante turbidimétrique du test limules à l'évolution de la flore du lait cru. INRA. Paris : 565-574.
- **Beuvier, E. (2005)** : Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. INRA-unité de recherches en Technologie et Analyses laitières.
- **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
- **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.
- **CIDIL, INRA**
- **Codex alimentarius, (2004)** : Code d'usage en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers. Cac/rcp : 57-200.
- **El Kouri, D. ; Pottier, MA. ; Trewick, D. ; Gallou, F. ; Baron, D et Potel, G. (1998)** : Infection à staphylocoque : aspects cliniques et bactériologiques. Edition Scientifique et Médicales Elsevier SAS.
- **FAO/OMS. (1954)** : LA Pasteurisation du lait, Etude Agricole de la FAO, N°23
- **Faye, B. ; Loiseau, G. (2002)** : Sources de contamination dans les filières laitières et exemple de démarche qualité, gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO : 5
- **Fredericci et Mathieu, C. (2000)** : Résidus dans le lait et sécurité alimentaire, quels risques ? quels moyens de maitrise ? (Thèse du Magister, ISV Tiaret).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Galeslout. Dr**
- **Guiraud, J.P. (1998) :** Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits alimentaire. Edition DUNOD, Paris : 651.
- **Guiraud, J.P. ; Rosec, J.P. (2004) :** Pratique des normes en microbiologie alimentaire AFNOR : 300.
- **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.
- **Larpent, 1997**
- **Marchal, N ; Bourdon, J. L et Richard, CL. (1987) :** Les milieux de cultures pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Biologie appliquée DOIN EDITEURS, Paris : 504.
- **Mathieu, J. (1998) :** Initiation à la physico-chimie du lait. Tec et Doc : 110.
- **OIE. (2005)**
- **Prescott ; Harley et Klein. (2003) :** Microbiologie, 2^{ème} édition français de beek : 1061.
- **Ritchie, 1946**
- **Splettsloesser, Marshall, 1992**
- **Veisseyre, R. (1975) :** Technologie du lait. Constitution récolte traitement et transformation du lait 3^{ème} édition Maison Rustique : 714.
- **WWW. Azaquar.com (26/12/2009) :** Physico-chimie du lait.
- **WWW. Cchst.ca (30/01/2010) :** Tuberculose
- **WWW. Cniel.com (26/12/2009):** Second critère de classification.
- **WWW. Escalape.com (30/01/2010):** Brucellose, Fièvre Q.
- **WWW. Mémoire online.com (02/01/2010):** Maladies transmissibles par le lait.
- **WWW. Wikipedia.com (26/12/2009) :** Lait.