

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

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

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

SOUS LE THEME

*ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA
QUALITÉ HYGIÉNIQUE DU
LAIT CRU*

PRESENTE PAR:

Mr: Benhidra Mohamed
Mr: Chérifi Kada

ENCADRE PAR:

Mlle: Bouricha Zineb





remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier "le dieu", de nous avoir éclairé le chemin de savoir, et de nous avoir donné une grande puissance et volonté pour achever ce travail.

*Le travail nous offre occasion pour remercier **Mlle Bouricha Zineb** qui nous exprimons notre profonde gratitude pour nous avoir conseillé et guidé tout le long de ce travail.*

Nos remerciements sont adressés également à tous les enseignants de l'institut vétérinaire pour leurs encouragements.

Sans oublier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce thème, y trouvent nos remerciements les plus sincères.



Dédicace

A mes parents :

L'offre ce travail, résultats de mes efforts et fruits de votre éducation .A toi ma chère maman, source du plus précieux soutien, pour ta douceur, ta bonté et ta précieuse tendresse, je te témoigne respectueusement ma reconnaissance et ma gratitude pour tout ce que tu as fait pour moi depuis ma naissance.

A toi mon cher père, merci infiniment pour tout. Pour l'éducation que tu m'as donnée, pour l'enseignement de la vie, pour ton dévouement et pour les sacrifices que tu t'es imposé pour m'assurer la belle vie et la réussite.

« Mon père, ma mère, je ne vous remercierai jamais assez, que dieu vous garde ».

A mon frère : Samir.

et mes sœurs : Fatima Zohra et Narimene.

A tous mes amis : Kada, Samir, Mohamed, Brahim, Ali M, Mourad, Ali B, Ali K Amine,kady, Youssef,karim, Hakim, Soufiane et Mohamed B. A ma chère amie : Amiria

A mes cousins: Omar, Djamel, Houssam, hakim, Slimene et Walid

A tous ceux que j'aime.

Benhidra Mohamed



Dédicace

Avec toute ma gratitude et tout mon cœur, je dédie aimable travail à ceux qui m'ont appris la valeur de la science, à ceux qui m'ont tout donné depuis mon existence, à ce qui réjouissant à ma joie et souffrant à ma souffrance à mes chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir moralement et financièrement, contribuant ainsi à la réalisation de ce mémoire que ALLAH puisse les garder.

A mes frères : Abdellah, Mourad, Fethi.

Au petit Abdel Illah

A mes sœurs.

A tout la famille Chérifi et Boukhors.

A mes amis : Samir, Hami, Mohamed, Kader, Brahim, Mourad, Ali M, Ali B, Ali K, Amine, Ahmed, Youssef, Karim, Soufiane et Hakim et à tout mes amis de Djdiouia.

A mes chères amies.

A tout les étudiants de la promotion 5^{ème} année vétérinaire.

Sommaire

- Sommaire
- Liste des tableaux
- Liste des abréviations
- Introduction

Chapitre I

Généralités sur le lait cru

I.1. Définition du lait	02
I.2. Propriétés physiques du lait.....	02
I.2.1. Aspect.....	02
I.2.2. Les constantes physiques	03
I.2.2.1. Le pH	03
I.2.2.3. La densité du lait	03
I.2.2.2. Acidité titrable	04
I.2.3. La viscosité	04
I.2.4. Autre paramètres physiques	04
I.3. Composition chimique du lait	04
I.3.1 Eau	06
I.3.2. Glucides	06
I.3.3. Matière grasse	06
I.3.4. Matières azotées	06
I.3.5. Les matières salines	06
I.3.6. Vitamines	07
I.3.7. Enzymes	07
I.4.Composition biologique du lait cru	07
I.4.1. La flore microbienne du lait cru	07
I.4.1.1. La flore originelle	07
I.4.1.2. La flore de contamination	08
I.4.2. Les inhibiteurs du développement microbien dans le lait	08
I.4.2.1. Inhibition spécifique	08

I.4.2.2. Inhibition non spécifique	09
I.4.3.Action de la flore du lait	09
I.4.3.1. Aspect sanitaire	09
I.4.3.2. Aspect qualitatif	09
I.5. Modification du lait après la collecte	11
I.6. Facteurs de variation de la composition du lait	11
I.6.1. Influence de la race	11
I.6.1.1. Taux butyreux	12
I.6.1.2. Taux protéique	12
I.6.1.3. Teneur en minéraux	12
I.6.2. Influence de l'individu	13
I.6.3. Influence de l'âge	13
I.6.4. Influence du nombre de vêlage	13
I.6.5. Influence de l'époque de lactation	13
I.6.6. Influence de la saison et du climat	14
I.6.6.1. Influence de la saison	14
I.6.6.2. Influence du climat	14
I.6.7. Influence du travail	15
I.6.8. Influence de l'alimentation	15
I.6.9. Influence de la traite	15

Chapitre II

La qualité hygiénique du lait

II.1. Qualité du lait	17
II.1.1. Définition de la qualité du lait.....	17
II.1.1.1 Du point de vue organoleptique	17
A-La couleur	17
B-L'odeur	17
C-La saveur.....	17
II.1.1.2. Du point de vue nutritionnelle	18
II.1.1.3. Du point de vue microbiologique et hygiénique	19
II.1.1.4. Du point de vue chimique	19
II.1.1.5. Du point de vue technologique et industriel	20
II.1.1.6. Du point de vue économique et social	20

II.1.1.7. Du point de vue réglementaire et légal	20
II.2. Facteurs influençant sur la qualité hygiénique du lait	21
II.2.1 Abreuvement	21
II.2.2. Propretés de l'étable	22
II.2.3. Propretés de la traite	23
II.2.3.1. Le trayeur	23
II.2.3.2. L'animal	23
II.2.3.3. Traite manuelle	23
II.2.3.4. Traite mécanique	24
II.2.4. Hygiène des vaches laitières	24
II.2.5. Affouragement	24
II.2.6. Récipient à lait et machine à traire	25
II.2.7. Traitement et conservation du lait	25
II.2.8. Hygiène du lait à la ferme	26
II.3. Les maladies virales et bactériennes transmises par le lait	27
II.3.1. Les maladies virales	27
a-Fièvre aphteuse	27
b-D'autres virus infectieux	27
II.3.2. Les maladies bactériennes	28
a- L'anthrax (maladie de charbon due par <i>Bacillus anthracis</i>)	28
b- Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	28
c-La tuberculose (TB)	28
d-Diphthérie	29
e-Les mammites	29
f- <i>Staphylococcus entérotoxi</i>	30
g-Listériose	30
h-Brucellose (fièvre de Malt)	30
II.4. Méthode de prévention contre les infections contagieuses	30
II.4.1. Maladies du bétail et contrôle vétérinaire	30
II.4.3. Lutte contre les mouches dans les exploitations agricoles	31
II.4.2. Contrôle sanitaire du personnel.....	31

Chapitre III

Microflore du lait cru

III. Microflore du lait cru	32
III.1. Analyse bactériologique	32
III.1.1. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	32
III.1.2. Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux	32
III.1.3. Le dénombrement des Streptocoques fécaux	33
III.1.4. Le dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	33
III.1.5. Recherche des anaérobies Sulfito-réducteurs	33
III.2. Virus et rickettsies	34
III.3. Champignons microscopiques	34
III.3.1. Levures	34
III.3.2. Moisissures	35
III.4. Parasites	36

Chapitre IV

Altération, défaut et pollution du lait cru

IV.1. Altération, défaut et pollution du lait cru	37
IV.1.1. Introduction des substances étrangères	37
IV.1.1.1. Pollution par les résidus d'antibiotiques	37
IV.1.1.2. Pollution par les résidus d'antiseptiques	37
IV.1.1.3. Pollution par les mycotoxines	38
IV.1.1.4. Pollution par les résidus de pesticides	38
IV.1.1.5. Pollution radioactives	38
IV.1.1.6. Pollution par les éléments métalliques et métaux lourds	39
IV.1.2. Modification des éléments normaux du lait	39
IV.1.2.1. Altération d'origine microbienne	39
IV.1.2.1.1. Acidification spontanée et coagulation lactique	39
IV.1.2.1.2. Production des gaz	39
IV.1.2.1.3. Modification de la viscosité	40
IV.1.2.1.4. Décomposition des lipides	40
IV.1.2.1.5. Modification de la couleur	40
IV.1.2.1.6. Modification de la saveur	41

IV.1.2.2. Altération d'origines enzymatiques	41
IV.1.2.2.1. Protéolyse et putréfaction	41
IV.1.2.2.2. Lipolyse	42
IV.1.2.3. Altérations d'origine physico-chimique	43

LISTES DES TABLEAUX

Tableau n° 01 : constantes physiques usuelles de lait.	04
Tableau n° 02 : composition typique du lait de vache et propriétés physiques.	05
Tableau n° 03 : taux butyreux de différentes espèces laitières.	12
Tableau n° 04 : Qualité organoleptique du lait.	18
Tableau n° 05 : Spécification microbiologique du lait cru.....	33

La liste des abréviations

°D : Degré Dornic.

°C : Degré Celcius.

Ca : calcium.

CO₂ : Gaz carbonique.

Cu : cuivre.

Fe : fer.

g : Gramme.

K : potassium.

Kg : kilogramme.

L: Litre.

Mg : magnésium.

mg : Milligramme.

ml : Millilitre.

Na : sodium.

pH : Potentiel Hydrogène.

TB : taux butyreux.

T° : température.

Zn : zinc.

Introduction

Introduction

Le lait est une matière première aux ressources considérables ; et face à la demande du consommateur qui sollicite de plus en plus de produits innovants à la qualité constante, l'industrie doit exploiter toutes les richesses de cette matière première à la fois si simple en apparence et si complexe dans sa composition.

Pour mieux faire faces aux contraintes naturelles du lait découlant de ses variations quantitatives et qualitatives, les technologues ont imaginé des solutions qui ont contribué à augmenter la diversité de la gamme des produits laitiers tout en répondant aux exigences économiques et hygiéniques.

L'industrie laitière a donc mis en place, au niveau de la production, une politique qualité qui, a permis, au cours des dernières années, d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait.

Mais la difficulté réside dans la notion de qualité ; en effet, celle-ci reste très subjective et elle aura des définitions différentes à chaque niveau de la filière :
Pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence de taux de matière utile élevés ; l'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène aux qualités organoleptiques satisfaisantes.

L'industrie et la recherche dans le domaine laitier doivent donc faire face à toutes ces définitions afin de satisfaire tous les acteurs de la filière.

Chapitre I

Généralités

sur le lait cru

I.1. Définition du lait :

Le congrès international de la répression des fraudes de Paris en 1909, On a donné la définition complète :

- Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée.
- Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

La dénomination « Lait » est réservée au lait de vache; tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par le nom lait suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

(Goursaud.J. 1985 dans Luquet, 1985).

On considère comme laits impropres à la consommation humaine tout:

- Les laits provenant d'animaux atteints de certaines maladies.
- Les laits colorés mal propres ou mal odorants.
- Les laits provenant d'une traite opérée moins de 7 jours après la mise bas
- Les laits provenant d'animaux mal nourris et surmenés
- Les laits contenant des antibiotiques ou des antiseptiques.

(Goursaud.J. 1985 dans Luquet, 1985).

- Sont considérés comme des falsifications :
 - le mouillage du lait.
 - L'addition du lait d'une substance quelconque non autorisée.
 - L'emploi d'un traitement non autorisé.

I.2. Propriétés physiques du lait :

I.2.1. Aspect :

Le lait est un liquide, opaque, blanc, mat qui tend vers la couleur jaunâtre ou légèrement bleuté, selon la teneur de la matière grasse en β carotène. Il a une odeur caractéristique peu marquée en relation avec les substances volatiles, à saveur légèrement sucrée considérée comme agréable.

(Goursaud.J. 1985 dans Luquet, 1985).

I.2.2. Les constantes physiques :

Les constantes physiques du lait représentées par le pH, l'acidité titrable, et la densité. (Salgarolo.P. 1990).

I.2.2.1. Le pH :

La mesure de pH nous donne une idée sur l'état de fraîcheur du lait : un lait frais normal à un pH 6,5 à 6,7 à la traite.

S'il y a action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait est dégradée en acide lactique et le pH tend vers la baisse.

Un lait mammitieux contenant des composés à caractéristiques basiques aura un pH supérieur à 7 et un lait contenant le colostrum, un pH voisin de 6.

(Goursaud.J. 1985 dans Luquet, 1985).

I.2.2.2. Acidité titrable :

Elle est exprimée conventionnellement en degré Dornic (°D) :

1 °D correspond 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. En fait il s'agit de neutralisation par le soude N/9 des composants acides du lait, en présence de phénophtaléine.

Dans un lait frais le pH étant neutre (6,7) il n'y pas l'acide lactique. L'acidité Dornic mesurée (par exemple : 18 °D), ne signifie pas qu'il a 1,8 g d'acide lactique par litre de lait, mais que celui-ci contient des constantes à caractéristiques acides pouvant réagir sur la soude : cette valeur rencontre de l'acidité naturelle du lait frais, qu'il est à sa richesse en matière sèche.

(Goursaud.J. 1985 dans Luquet, 1985).

I.2.2.3. La densité du lait :

Elle est également liée à sa richesse en matière sèche. Un lait pauvre aura une densité faible, il faut cependant nuancer cette remarque, car le lait contient la matière grasse de densité inférieure à 1 (0,93 à 20 °C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse à une densité qui diminue, et qu'à l'opposé un lait écrémé à une densité élevée.

(Goursaud.J.1985 dans Luquet, 1985).

Le tableau N°01 : montre quelques valeurs des constantes physiques usuelles du lait.

Constantes	Valeurs
pH à 20°C	6,5 à 6,7
acidité titrable	15 à 18
densité	1,028 à 1,036
Température de congélation	-0,51 à - 0,55 °C

Tableau N°01 : constantes physiques usuelles de lait (Luquet.1985).

I.2.3. La viscosité :

Elle correspond à la résistance d'un liquide à l'écoulement. Elle est due à la présence de protéines et de matière grasse dans le lait. Elle limite la montée des matières grasses a la surface du lait, diminue lorsque la température augmente et augmente lorsque le pH est inférieur à 6 (Frédot, 2007).

I.2.4. Autre paramètres physiques :

Selon Frédot, (2007), d'autres déterminations physiques sont réalisées en laiterie:

- La chaleur spécifique.
- Le point de congélation.
- La conductivité électrique.
- L'extrait sec du lait qui est de 12.5 à 13.5g/100ml. Il se compose de tous les constituants du lait à l'exclusion de l'eau.
- L'extrait sec dégraissé a une composition presque fixe car les matières grasses du lait constituent le composant le plus variable.

I.3. Composition chimique 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 satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire.

Composé essentiellement d'eau, le lait est un mélange complexe qui comprend schématiquement trois composants: une solution vraie comprenant sucre, protéines

Chapitre I Généralité sur le lait cru

solubles, minéraux et vitamines hydrosolubles, une solution colloïdale composée de protéines, surtout des caséines et une émulsion faite de matière grasse (Khiati, 2007).

Tableau 02: composition typique du lait de vache et propriétés physiques (Pernod 2005)

	Composition g/l		État physique des composants
Eau	905		Eau libre (solvant) + eau liée (3.7%)
Glucides: lactose	49		
Lipides:	35		Solution.
-Matière grasse proprement dite		34	Émulsion des globules gras (3à5 micron).
-Lécithine (phospholipides)		0.5	
-Partie insaponifiable (stérols, carotènes, tocophérols).		0.5	
Protides:	34		Suspension micellaire de phosphocaséinate de calcium (0.08à0.12µm).
-Caséine		27	
-Protéines "solubles" (globulines, albumines)		5.5	Solution (colloïdale)
-Substances azotées non - protéiques.		1.5	Solution (vraie)
Sels:	9		Solution ou état colloïdal (P et Ca) (Sels de K, Ca, Na, Mg, etc.).
-De l'acide citrique		2	
-De l'acide phosphorique (P ₂ O ₅).		2.6	
-De l'acide chlorhydrique (Nacl)		1.7	
Constituants divers: (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces		
-Extrait sec total.	127		
-Extrait sec non gras.	92		

I.3.1 Eau :

C'est de loin le composé le plus abondant: 902g par litre. En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de sa matière sèche (Mathieu ,1998).

I.3.2. Glucides :

Le lait contient des glucides libres dont le principal est le lactose et des glucides associés aux protéines; La concentration en lactose dans les laits des mammifères est inversement proportionnelle à la teneur en minéraux avec lesquels il participe à l'équilibre de la pression osmotique ; La teneur en lactose dans le lait de vache varie de 4.8 à 5 % et représente 97 % des glucides totaux (Jeantet et *al*, 2008).

Le lait renferme aussi d'autres sucres: glucose, galactose à raison de quelques dizaines de mg par litre et en quantité tout aussi peu importante des glucides azotés : N-acétylglucosamine, N-acétylgalactosamine et acide N-acétylneurominique ou acide sialique (Mathieu, 1998).

I.3.3. Matière grasse :

La teneur en matière grasse des laits de vache varie entre environ 3.3 et 4.7 % suivant la race, le stade de lactation et la saison ; etc. (Groguenec et *al*. 2008).

La matière grasse du lait est majoritairement présente sous forme de globules gras de diamètre compris entre 0.2 et 15µm. (Jeantet et *al*. 2008).

I.3.4. Matières azotées :

D'après Paccalin et Galantier (1986), on distingue deux types de matières azotées dans le lait (voir figure 02):

- Les protéines pour 95 %.
- Les matières azotées non protéiques 5 %.

I.3.5. Les matières salines :

Elle est présentée sous forme de phosphates, de citrates et de chlorures de potassium, de calcium et de magnésium, leur intérêt est surtout diététique: le lait est une excellente source de calcium et de phosphore.

(Goursaud. 1985 dans Luquet, 1985).

I.3.6. Vitamines :

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantité variable dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires, etc.) comme le montre le tableau suivant (Brulé *et al.*, 2008).

I.3.7. Enzymes :

Dans les conditions normales, le lait contient une grande variété d'enzymes. Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou organismes vivants agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (Linden, 1987).

Le rôle et l'importance des enzymes dans le lait, peuvent être résumés en trois points essentiels:

- Ce sont des facteurs de dégradation des constituants originels du lait;
- Certains enzymes jouent un rôle antibactérien et apportent une protection limitée au lait comme la lactopéroxydase et le lysozyme;
- Certaines enzymes sont utilisées comme indicateurs de qualité hygiénique. (Goursaud, 1985).

I.4. Composition biologique du lait cru :

I.4.1. La flore microbienne du lait cru :

I.4.1.1. La flore originelle :

Le lait contient peu des microorganismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores :

Microcoques mais aussi streptocoques lactiques (lactococcus) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lactérines » mais leur action est une très courte durée (1 heure environ) (Guiraud.J.P, 1998).

D'autres microorganismes peuvent se retrouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade ; ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infection du pis tel que streptocoques pyogènes et les staphylocoques, il peut s'agir aussi des germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : Salmonella, Brucella, agent de la fièvre

de malte et exceptionnellement *Listeria monocytogenes* agent de la listériose ; *Mycobacterium* agent du charbon et *Coxiella burnetii*, les germes banaux du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais pouvant développer abondamment dans le lait, les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxication graves qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs. (Guiraud.J.P, 1998).

I.4.1.2. La flore de contamination :

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines diverses :

- Fèces et tégument de l'animal : Coliformes, Entérocoques, Clostridium, essentiellement entérobactéries pathogènes telles que, *Salmonella shigella* et *Yersinia*.
- Sol : streptomyces, *Listeria*, bactéries, sporules, spores fongiques...etc.
- Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles et Clostridium butyriques dans les ensilages.
- Air et eau : flores diverses telles que *Pseudomonas*, bactéries, sporulées...etc.
- Equipement de la traite et de stockage du lait : microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoque tels que streptococcus et entérocooccus les leuco nostoc. flore souvent spécifique d'une usine.
- Manipulateurs : Staphylocoques dans le cas de la traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectoration, de contamination fécale...etc.
- Vecteurs diverses : insectes en particulier et flore de contamination fécale.

Parmi ces microorganismes, il en est donc d'inoffensifs dont certains capables d'entraîner seulement la détérioration du lait et 'autres dangereux du point de vue sanitaire. (Guiraud.J.P, 1998).

I.4.2. Les inhibiteurs du développement microbien dans le lait :

Il s'agit d'un groupe de substances que l'on désignait autrefois sous le terme de lacténine. On peut le subdiviser en deux parties selon le type d'inhibition :

I.4.2.1. Inhibition spécifique :

Elle est due aux immunoglobulines. Ce sont des anticorps qui sont produits en partie dans la glande mammaire (Alais, 1983).

I.4.2.2. Inhibition non spécifique :

La lactoperoxydase est assez abondante dans le lait de vache, elle est active surtout contre les streptocoques pyogènes et quelques streptocoques lactiques, cette enzyme est plus thermorésistante que les immunoglobulines. Le lysozyme est également connu comme bactéricide, mais le lait de vache en contient trop peu pour qu'il joue un rôle notable.

D'autres inhibiteurs ont été signalés en très faibles quantités dans le lait cru comme la lactoferine, la congulinine, la protéine liant la vitamine B₁₂ et l'acide folique. Malgré tout l'intérêt théorique de cette constitution, il ne faudrait pas en pratique compter sur cette activité seule pour assurer la conservation du lait cru. (Guiraud.J.P, 1998).

I.4.3.Action de la flore du lait :

I.4.3.1. Aspect sanitaire :

Des germes pathogènes peuvent être présents dans le lait certains sont capables de se multiplier, d'autres sont simplement transmis dans ce dernier cas, on ne les retrouvera qu'en faible quantité.

La plupart des maladies graves citées ici, ne sont tout fois transmises qu'exceptionnellement par le lait.

La tuberculose due aux Mycobactérium du lait est rare, les brucelloses sont plus fréquentes en particulier à partir du lait de chèvre, typhoïdes, ou paratyphoïdes peuvent être causés par les Salmonella, des toxi-infections dues aux staphylocoques, des cas de dysenterie provoqués par shigélla, les intoxications par les Eschérichia Coli, entéro-pathogènes et les angines au scarlatine par des streptococcus pyrogènes mais elles sont très rares, la transmission du charbon de la listériose, de la fièvre femelle ou les maladies virales est exceptionnelle le danger potentiel étant considérable, les traitements appliqués au lait seront calculés de façon à éliminer tout risque. (Guiraud.J.P, 1998).

I.4.3.2. Aspect qualitatif :

De nombreux microorganismes peuvent se développer abondamment dans le lait entraînant par leur action des modifications de texture et de goût. Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il a subit.

- La surissement et acidification avec coagulation :

Le pH normal du lait étant de 6,6, la plupart des microorganismes du lait son capables de fermenter le lactose en produisant une acidification qui entraîne la coagulation de la caséine. Cette coagulation se produit à partir d'un pH de 4,6. Elle est facilitée par le chauffage du lait acidifié. Les fermentations microbiennes responsables de l'acidification sont de type homo ou hétéro lactique, les germes incriminés sont variable en fonction du type de contamination du lait et de la température de stockage 10 °C à 37 °C. Les germes les plus fréquemment impliqués sont lactococcus lactis (ex : streptococcus lactis) avec plus rarement association avec les coliformes entrécoques, microcoques et lactobacilles.

Au dessus de 37 °C les germes en cause sont des streptococcus thermophilus Entérococcus fécalis (ex : streptococcus fécalis) ou lactobacillus bulgaricus lorsque le lait a été pasteurisé, l'acidification est produite par des germes thermotolérants ou des sporulés ayant résistés au traitement (clostridium bacillus). Lorsque des bactéries lactiques hétérofermentaires interviennent, il y a un dégagement du gaz qui peut conduire à la formation d'un caillé alvéolaire.

- Protéolyse :

La protéolyse est favorisée par un long stockage à basse température. Elle peut se manifester directement par l'odeur et par une légère alcalisation du lait. Les germes incriminés sont micrococcus alcaligenes, aeromonas, bacillus, clostridium, pseudomonas, et les autres germes de la flore banale à gram négatif, ces microorganismes intervenant directement ou par l'action de leurs enzymes thermostables. La protéolyse peut aussi se développer sur le caillé issu d'une acidification, elle provoque alors la digestion de ce caillé.

- Filage :

Le filage peut être dû à des agents non bactériens (excès de crème, coagulation de la lactalbumine par chauffage) ou une action microbienne indirecte (passage de leucocytes et de fibrine dans le lait consécutivement à une mammite) ou direct, il est causé alors par les capsules micillagineuses de bactéries telles que alcaligenes viscosus, micrococcus, entérobacter ou leuco nostoc, qui se développent à faible température.

- Autres dégradations :

Les pseudomonadaceae et les sporulés (Bacillus) peuvent dénaturer la matière grasse par oxydation des acides gras insaturés, par hydrolyse ou les deux.

D'autres germes, *Pseudomonas fluorescens* ou *Alcaligenes faecalis* provoquent une alcalinisation importante avec formation d'urée, d'ammoniac et de carbonate.

Lactococcus lactis peut donner au lait un goût de caramel. Enfin des micro-organismes pigmentés permettent d'entraîner des colorations parasitaires bleue (*Pseudomonas synchyanea*), jaune (*Flavobacterium*) ou rouge (*Brevibacterium erythrogenes*) (Guiraud, 1998).

I.5. Modification du lait après la collecte :

Les méthodes de réfrigération du lait à la ferme en tanks réfrigérés et de collecte en citerne influencent considérablement la nature de la flore microbienne du lait cru. Avant l'implantation de ces méthodes, la flore dominante était constituée de bactéries lactiques. La conservation du lait au froid aboutit à une sélection des germes psychrotrophes capable de se multiplier à des températures égales ou inférieures à 7°C. Ces germes proviennent de sol; des eaux ou des fourrages (Larpen, 1996).

L'introduction de la technique de conservation du lait sous réfrigération a donc réduit l'altération du lait. En effet, les streptocoques lactiques se développent à des températures supérieures à 10°C. De plus, la plupart des bactéries lactiques sont tués par pasteurisation mais certains germes thermophiles (*Streptococcus thermophilus*) sont résistants et peuvent poser des problèmes après ce traitement. La flore psychrotrophe (*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, certains *Bacillus* et *clostridium*, *flavobacterium*, *Pseudomonas*) à la faculté de se développer à des températures de 3°C à 7°C) (Dilimi-Bouras, 2004).

Un lait pauvre en germes peut se conserver 3 jours à 4°C, s'il est refroidi dans de bonnes conditions. Le 3^{ème} jour le seuil de population bactérienne atteint 10⁶ bactéries/ml, c'est le seuil critique d'altération. Si le lait contient plus de 50000 germes par ml, ce seuil critique est atteint le 2^{ème} jour, au cours du laps de temps qui s'écoule entre la traite et le traitement du lait à l'usine (Larpen, 1996).

I.6. Facteurs de variation de la composition du lait :

I.6.1. Influence de la race :

La génétique a une forte influence sur le niveau de production et plus encore sur le taux, notamment de matière grasse (qui décide du rendement en beurre) et de protéines (qui commandent fortement le rendement en fromage).

I.6.1.1. Taux butyreux :

Le taux butyreux des normandes est supérieur à celui des françaises frisonnes d'environ 3 g par 100 et celui des françaises frisonnes à celui des HOLSTEINS de près de 2 g par 100. (Luquet ; 1985).

Les races bretonne, jersiaise, normande et porthenaise sont considérés comme des races beurrières (40 à 50 gramme de matière grasse / litre du lait) ; en revanche, le française frisonne pie noir dont l'aptitude laitière est très développée, produit un lait à plus faible teneur en matière grasse. (35 à 36 g/l).

Tableau n° 03 : taux butyreux de différentes espèces laitières.

Espèces	TB (g %)	Sources
-Bufflesse	8,6	KATYEGA, 1982
-Brebis	7,19	RIVEMALE, 1982
-Vache	3,87	LANDRE et MAUNISSON,
-Chèvre	3,38	1983
-Races bovines :		CRAPPIN et AL, 1981
-Normande	4,1	
-Française frisonne	3,79	
-Holstein	3,65	REMOND, 1979

(Luquet.F.M, 1985).

I.6.1.2. Taux protéique :

L'écart du taux azote est de 2,2 g/p.1000 entre les races françaises frisonnes et les races normandes, et de 1,9 g .p.1000 entre les races Holstein et les races françaises frisonnes. Le lait contient 4 % de grasse environ et 3,6 % de protides. (Luquet, 1985).

I.6.1.3. Teneur en minéraux :

Le taux des calciums, phosphore, potassium et de sodium ainsi que ceux de certains oligo-éléments sont fortement héréditaires, ces éléments se retrouvent dans le lait de matières différentes :

- Liés à la caséine (Ca, P, Mg).
- En solution dans l'eau (K, Na, Cl).
- Absorbés à la surface des globules gras (Fe, Ca, Zn, Mg).

Le lait sera donc plus ou moins riche en tel ou tel élément.

Le lait de vache de la race Jersey est très riche en Ca, P, Mg, Cu et Zn. Ce lait est à la fois riche en caséine et globule gras.

- Le lait de la frisonne est riche en éléments solubles dans l'eau, K, Na et Cl. Ce lait est en effet moins riche en protéines et en matières grasses que celui de la race jersiaise.
- Celui de la normande est plus riche en Ca que celui de la frisonne ou de la montbéliarde. (Luquet ; 1985).

I.6.2. Influence de l'individu :

Si la teneur du lait de grand mélange d'une recette laitière ou d'une race entière ne change guère, celle des animaux prise individuellement peut présenter de grandes variations.

L'aptitude à produire beaucoup de lait ou un lait riche en matière grasse par exemple sont des caractères individuels se transmettant par hérédité.

Les principaux caractères extérieurs d'un bon animal laitier sont : la finesse et la délicatesse des formes, ampleur de l'abdomen et du bassin, une peau très souple, une mamelle volumineuse et régulièrement développée, avec veines mammaires bien marquées. (Lausanne ; 1969 et Veisseyre ; 1975).

I.6.3. Influence de l'âge :

La production laitière augmente durant les premières lactations et atteint le plus souvent son maximum à la 4^{ème} et 5^{ème} lactation.

A l'opposé de la production du lait, le taux butyreux est relativement stable avec l'âge. (Lausanne ; 1969 Crapl et Andal ; 1983).

I.6.4. Influence du nombre de vêlage :

D'après VEISSEYRE, la quantité de lait augmente généralement du 1^{er} veau au 5^{ème} ou 6^{ème} puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7^{ème} veau.

La production laitière diminue souvent pendant les chaleurs quelquefois le lait a tendance à devenir rance durant cette période. (Lausanne ; 1969).

I.6.5. Influence de l'époque de lactation :

Pendant les 3 ou 4 jours qui précèdent, le vêlage et les 6 ou 7 jours qui le suivent, la mamelle secrète un liquide visqueux jaunâtre, et amer, le colostrum dont les caractères analytiques essentiels sont les suivants : peu de lactose et beaucoup de matières azotées

constituées surtout par des protéines qui coagulent par chauffage, beaucoup de matières minérales solubles, teneur normale en matières grasses, richesse accrue en peroxydases et catalases, acidité élevée (25 à 30 °D), présence d'un gros mono moléculaire lipophile et pauvreté en caséine. Le lait ne sera pas livré à la laiterie avant le 9^{ème} jour suivant, le vêlage et seulement s'il a la composition du lait normal. (Veisseyre ; 1975, Alais ; 1983).

I.6.6. Influence de la saison et du climat :

I.6.6.1. Influence de la saison :

L'influence de la saison se résume dans :

- une production maximale au printemps et minimale en été selon l'influence de la saison de vêlage.
- Une teneur en matière grasse minimale à la fin du printemps et maximale en automne.
- Une teneur en matières azotées présentant deux minima (à la fin de l'hiver et à la fin du printemps) et deux maxima (en début du printemps à la mise à l'herbe et en automne avant le retour en stabulisation).
- Une teneur en calcium minimale en été et maximale au printemps, une teneur maximale en phosphore et minimale en sodium au printemps. En fin du pâturage les teneurs sont les plus basses pour le calcium et le phosphore.
- Les teneurs minimales en chlorure et en sodium s'observent en hiver et en fin d'hiver pour le potassium.

(Luquet ; 1985).

I.6.6.2. Influence du climat :

Selon Luquet (1985), entre 5°C et 27°C le taux butyreux varie en fonction inverse de la température. Au dessus de 27 °C et en dessous de 5 °C, le taux butyreux augmente tandis que la quantité du lait diminue. L'action déprimante des fortes chaleurs sur la production a pour conséquence une diminution des ingestats et une augmentation de l'évaporation pulmonaire concomitante à une faible sécrétion de thyroxine durant ces périodes, la composition du lait change il y a alors :

- Augmentation de l'azote non protéique et des acides palmitiques et stéariques.
- Diminution des lipides totaux, de la matière sèche de l'azote total du lactose, de l'acide oléique et des acides gras à courtes chaînes.

I.6.7. Influence du travail :

Il ne faut pas faire travailler (faire des labours) les vaches laitière car la production diminue rapidement à cause des éléments de la ration qui sont particulièrement brûlé pour permettre le travail musculaire ou sont perdus par la transpiration.

Le surmenage est néfaste et provoque de l'acidification du lait qui coagule facilement (Viesseyre ; 1975).

I.6.8. Influence de l'alimentation :

Une alimentation rationnelle des animaux règle le rendement laitier. Un animal insuffisamment nourri verra sa production laitière diminuer rapidement et son organisme s'affaiblir ; alors qu'un animal suralimenté engraissera et souffrira des troubles digestives qui auront finalement pour effet d'entraver la sécrétion laitière.

Certains aliments ou rations alimentaires ont une influence propres sur la production et la composition du lait. Lait ensilages de maïs permettent de produire un lait plus riche en matières grasses (de 3 à 4 g/kg) et en protéines (de 1 à 2 g/kg) que les rations à base de foin et d'ensilage d'herbe.

Durant l'été, on assiste souvent à une chute importante de la production laitière et du taux protéique en raison d'une herbe insuffisante en qualité et en quantité.

Certains aliments complémentaires (pulpes de betteraves, son lactosérum) utilisés en tant qu'aliment concentré ou en association avec les fourrages de bases ont dans dont la plupart des cas un effet favorable sur la composition du lait.

L'addition des graines oléagineuses à raison de 2 à 5 p.100 dans la ration totale (de performance en huiles) aux rations pauvres en matières grasses (2 à 3 p.100) telle que l'ensilage d'herbe ou le foin peut améliorer le taux butyreux de 1 à 2 g/kg.

Certains aliments peuvent communiquer au lait des défauts organoleptiques. C'est le cas de la moutarde, des choux, de l'ail des résidus industriels, pulpes ou déchets fermentés qui peuvent provoquer des troubles digestifs chez l'enfant qui consomme ce lait directement. (Viesseyre, 1975).

I.6.9. Influence de la traite :

La teneur en matière grasse du lait augmente fortement du début à la fin de la traite, alors que sa teneur en caséine à tendance à diminuer. La traite du matin à un taux butyreux plus faible que celle de soir.

La rétention lactée résulte du maintien à l'intérieure de la mamelle du lait qui devrait être expulsé, elle peut être due à un stress, une lésion du pis, une traite défectueuse, une interruption de traite ou à une absence de traite. La rétention lactée est caractérisée par un abaissement de la production. Quand on reprend la traite normale. On note des modifications sensibles de la composition du lait : augmentation des chlorures (saveur salée) et réduction du lactose de la matière grasse et des cendres, l'extrait sec non gras peut s'abaisser nettement au dessous de 90g/l comme si le lait était mouillé. L'acidité toujours faible ne dépasse pas 10 °D. Celle état de rétention peut favoriser la multiplication de certains germes car la mamelle est dans un faible état de résistance, une infection peut ainsi s'installer et conduire à une mammite. (Mahieu, 1985 dans Luquet, 1985).

Chapitre II
La qualité
hygiénique du lait

II.1. Qualité du lait :

II.1.1. Définition de la qualité du lait :

"La qualité se définit comme l'ensemble des propriétés recherchées par le consommateur. Elle implique tout à la fois la sécurité sanitaire (bactériologique et chimique), la valeur gastronomique (ou hédonique) et l'équilibre alimentaire (ou valeur nutritionnelle) " (Roux, 1994).

La qualité du lait concerne sa faculté de conservation et son aptitude à être transformé avec un bon rendement en dérivés également sains, savoureux, de haute valeur nutritionnelle (Wolter, 1997).

II.1.1.1 Du point de vue organoleptique: elle est présentée dans le tableau 04.

Selon Frédot (2007) ; la qualité organoleptique est présentée sous forme des caractères suivants;

A-La couleur :

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) à la caséine et à la vitamine B₂ ;

B-L'odeur :

Elle est caractéristique, en effet, le lait grâce à la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal et à la conservation du lait ;

C-La saveur :

Elle varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal ;

Remarque: les laits industriels ont subi une désaération ce qui diminue et homogénéise les odeurs et les saveurs.

Tableau 04: Qualité organoleptique du lait (Joffin et Joffin, 1999).

Caractère examiné	Caractère normale	Caractère anormale
Couleur	Blanc mat: lait normal. Blanc jaunâtre: lait riche en crème. Blanc bleuâtre: lait écrémé ou fortement mouillé.	Gris jaunâtre: lait de rétention : lait de mammite Bleu, jaune: laits colorés par de substances chimiques (bleu de méthylène, dichromate ou par des pigments bactériens.)
Odeur	Odeur faible	Odeur de putréfaction
Saveur	Saveur caractéristique et agréable (variable selon le degré de chauffage du lait).	Saveur salée: lait de rétention : lait de mammite Gout amer: lait très pollué par des bactéries (quelquefois du à l'alimentation).
Consistance	Aspect homogène.	Aspect grumeleux: lait de mammite. Aspect visqueux ou coagulé: lait très pollué par des bactéries.

II.1.1.2. Du point de vue nutritionnelle :

Selon Ruasse (1990) ; le lait apporte des protéines de bonne qualité (caséines, albumines , globulines), du calcium (environ 1200 mg par litre) et du phosphore;

le sucre de lait est le lactose. Il favorise l'absorption intestinale du calcium, mais il est parfois mal toléré (ballonnements; diarrhée), sa consommation par les germes de la fermentation lactique lors de fabrication des yaourts et des fromages supprime ces inconvénients.

Les graisses du lait contenant principalement des acides gras saturés.

C'est dans la fraction grasse que se trouvent les vitamines liposolubles (surtout vitamine A) c'est aussi dans la matière grasse que se trouve le cholestérol (environ 105 mg par litre de lait entier).

Parmi les vitamines du groupe B, le lait est surtout riche en vitamine B2 (riboflavine) qui, soluble dans l'eau, se trouve donc aussi dans les laits écrémés et leur dérivés.

Par contre, le lait est dépourvu de vitamine C.

II.1.1.3. Du point de vue microbiologique et hygiénique :

Le lait cru provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale, renferme cependant de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35 °C), ce point de vue recouvre tout ce qui concerne la nocivité pour la santé humaine.

Le lait doit être pauvre en germes microbiens « banaux » et en cellules somatiques, il doit être totalement exempt de germes pathogènes.

Le lait ne doit pas contenir de substances réputées toxiques ou simplement suspectes qu'elles proviennent de l'animal lui-même, ou qu'il s'agisse de résidus divers contaminant le lait aux différents stades de sa production : antibiotique, insecticides, conservateurs, nitrates, toxines...etc. (Alais, 1983).

II.1.1.4. Du point de vue chimique :

Le lait doit contenir en quantité suffisante les substances dont il est une source naturelle reconnue ; protides, lactose, lipides, certains minéraux et les vitamines. (Alais, 1983).

II.1.1.5. Du point de vue technologique et industriel :

La richesse du lait en lipides, protides et extrait sec de graisse doit être assez élevée. Les propriétés physico-chimiques du lait notamment le pH, la proportion en calcium ionisée, le rapport Ca/P doivent se trouver à un niveau favorable et ne doivent pas être altérés au moment de la livraison. A fin de préserver le lait, différentes aptitudes importantes sont à respecter en pratique.

- Stabilité thermique, quantité de concentration, coagulabilité enzymatique, développement des bactéries lactiques (Alais, 1983).
- La microflore banale surtout celle qui est particulièrement « zymogène » (production abondante d'enzyme : lipases, protéase) doit être limitée afin d'éviter des accidents de fabrication.

II.1.1.6. Du point de vue économique et social :

Plus une population a un niveau de vie élevée, plus l'exigence vis-à-vis de la qualité est grande et plus elle est protégée par des contrôles réglementaires.

Le consommateur aisé d'un pays industrialisé peut trouver satisfaction à ces besoins dans une alimentation diversifiée, dont la complémentation nutritionnelle rend moins urgente l'exigence de la qualité par contre le consommateur qui ne peut disposer que d'un petit nombre d'aliments mériterait de les obtenir d'une grande qualité. (Alais, 1983).

II.1.1.7. Du point de vue réglementaire et légal :

Ce point de vue concerne la conformité avec des règlements qui varient surtout d'un état à un autre. Les règlements définissent aussi d'une manière parfois temporaire les teneurs minimales de plusieurs constituants du lait en particulier la matière grasse et la matière azotée. (Alais, 1983).

II.2. Facteurs influençant sur la qualité hygiénique du lait :

Le lait s'altère très rapidement. On ne peut retirer qu'une faible partie des impuretés, microbes, mauvaises odeurs ou mauvais goût qui s'y est introduit.

Il est donc nécessaire de procéder avec la plus grande propreté lors de sa production. L'obtention d'un lait propre et sain exige un bétail sain, des locaux propres et des conditions de récolte satisfaisantes.

Les facteurs surtout sont particulièrement importants :

- Abreuvement.
- Propreté de l'étable.
- Affouragement.
- Récipients à lait et machine à traire.
- Traitements et conservation du lait.

II.2.1 Abreuvement :

Lorsqu'on doit utiliser un point d'eau particulier pour alimenter l'étable, il importe de veiller à la qualité de l'eau telle que :

- la qualité bactériologique ; car l'eau peut être la véhicule de nombreux germes d'infections et ceci concerne aussi bien la santé des animaux que la qualité du lait.
- La qualité chimique, qui est importante pour les mêmes raisons, il importe en particulier de veiller à la teneur en nitrates.

Selon Wolter, 1994 pour une consommation maximale et sans risque sanitaire, l'eau doit être :

* Propre : sans déchets alimentaires, contamination fécales ou urinaires, ni développement d'algues.

* Saine : sans parasites ni excès de germes fécaux (*Streptococcus fecalis* < 100 germes/l, *Clostridium perfringens* < 50 à 100 germes/l. Sans excès de pesticides ni de

nitrate (< 440 ppm : sans danger ; < 1320 ppm risque de méthémoglobinémie). Sans abus de fer (< 1 ppm), ni de métaux lourds (Plomb < 0,1 ppm).

* Appétant : aéré (renouvellement suffisant) peut minéralisée (< 7 germes/l de minéraux totaux), avec un pH voisin de la neutralité sans odeur ni goût désagréables de température moyenne (environ 15°C).

II.2.2. Propreté de l'étable :

La construction et l'état de santé de l'étable doivent être dignes d'une exploitation où l'on traite les denrées alimentaires. Les parois et les plafonds doivent être nettoyés à fond périodiquement et blanchis au moins deux fois par an. Dans les régions où les animaux sont entretenus dans l'état de stabilisation permanente, il importe de disposer d'étables bien éclairées, suffisamment ventilées, non humides et assez vastes.

Il n'existe pas un type d'étable uniforme à préconiser partout bien souvent, on dispose seulement de bâtiments anciens qu'il faut savoir utiliser.

Selon Ray, 1951, les conditions fondamentales qui doivent être remplies dans une bonne étable pouvant se résumer comme suit :

- les dimensions de l'étable doivent être en harmonie avec le nombre des animaux ; les vaches ne doivent en aucun cas être entassées.
- L'étable doit être claire : une étable obscure est impossible à entretenir en bon état de propreté.
- L'étable doit être aérée : si les conditions du climat ou l'exploitation ne permettent pas de maintenir les animaux en plein air, il faut leur fournir dans l'étable autant d'air qu'ils en pourraient respirer dehors.
- L'étable doit être propre : il faut éviter, tout ce qui favorise l'accumulation des poussières, la multiplication des insectes, parasites, moisissures, et l'on choisira des matériaux de construction facile à nettoyer.
- L'étable ne doit pas être humide : il faut construire les murs avec des matériaux isolants, ainsi la chaleur dégagée par le corps des animaux et retenue dans l'étable (ce qui évite la condensation de la vapeur d'eau émise par des animaux).

A l'étable, la qualité du lait dépend en particulier des facteurs suivants :

- * propreté de la traite.
- * air pollué par des poussières ou des odeurs.
- * vaches malpropres.

II.2.3. Propreté de la traite :

II.2.3.1. Le trayeur :

Il doit être en bon état de santé pour éviter la propagation par le lait, des maladies contagieuses. Avant de commencer la traite, il faut se lever les mains et les essayer avec un linge propre. Après chaque traite il doit procéder rapidement à leur rinçage dans une solution antiseptique pour éviter de transmettre des affections dans le troupeau, sa tenue doit être également très soignée. (Veisseyre, 1975).

II.2.3.2. L'animal :

On commence par lui débarrasser les flancs, les cuisses, le ventre de toutes les souillures visibles, puis on lave le pis à l'aide d'un linge propre trempé dans l'eau tiède additionnée d'antiseptique tel que l'eau de javel. Le trayeur ne commence la traite qu'après le séchage de la mamelle et après avoir fixé la queue de l'animal. Les premiers jets de lait sont très chargés de germes microbiens, il faut donc les recueillir à part dans un petit récipient. (Veisseyre, 1975).

II.2.3.3. Traite manuelle :

Un simple massage ou une friction des quartiers à l'aide d'un linge trempé dans de l'eau tiède javellisée, doit toujours précéder la traite de la vache laitière.

Selon Veisseyre, 1975, la sensation de la chaleur (60°C) existe dans le cerveau la sécrétion de l'ocytocine.

La traite doit toujours se faire « à sec » d'abord pour réduire les risques de gerçures ou de crevasses sur les mamelles, ensuite pour éviter la pollution du lait par le liquide servant au lavage des quartiers. Les premiers jets de lait sont recueillis à part dans un petit

réceptif à fin de ne pas contaminer l'ensemble de la traite, une fois la traite terminée, il faut ajouter soigneusement le pis.

II.2.3.4. Traite mécanique :

La machine à traite agit à la fois comme vecteur des mammites et comme cause favorisante car la surtraite constitue un risque en affaiblissant la mamelle. Une installation en mauvais état détériore également les barrières naturelles du trayon. Elle est aussi responsable de l'agitation excessive du lait, qui favorise l'apparition de la lipolyse. (Luquet, 1985).

II.2.4. Hygiène des vaches laitières :

Selon Ray, 1951, il est absolument indispensable de maintenir les vaches laitières dans les meilleures conditions d'hygiène si l'on désire produire un lait de qualité. A cet égard il faut maintenir les vaches en parfait état de santé dans un milieu calme et extrêmement propre on est ainsi conduit à satisfaire aux exigences suivantes :

- Disposer d'étables rationnellement construite et aménagées.
- Fournir aux vaches une alimentation convenable en quantité et en qualité.
- Donner aux animaux tous les soins désirables, en ce qui concerne l'hygiène corporelle.
- Eviter toutes les causes de troubles, d'agitation et de contagion en assurant aux animaux une existence calme dans un milieu sain.

II.2.5. Affouragement :

L'affouragement influence sur la qualité du lait de diverses manières, des odeurs et des goûts peuvent passer du fourrage directement par le sang dans le lait, c'est pourquoi on ne doit donner le fourrage ensilé qu'après la traite. (Tahar.K, 1998).

Le fourrage souillé par produits antiparasitaires est interdit parce qu'il est dangereux, non seulement pour la qualité du lait mais aussi pour la santé des animaux et celle de

l'homme de nombreux microbes du fourrage peuvent passer sans encombrer le canal digestif et tomber avec des poussières ou particules d'excrément dans le lait.

Les crèches, récipient à fourrage défectueux qui ne pouvant plus être nettoyés convenablement doivent être remplacés ou réparés. (Tahar.K, 1998).

II.2.6. Récipient à lait et machine à traire :

Il s'agit des récipients dans lesquels ont recueille le lait (seau bidon) ou du matériel de traite utilisé lorsqu'on opère mécaniquement. Il est essentiel que tout ustensile venant au contact du lait soit parfaitement nettoyé et désinfecté, c'est par l'emploi d'une vaisselle laitière insuffisamment propre que les pollutions sont les plus fréquentes. (Veisseyre, 1975).

La machine à traire mal nettoyé est une des causes majeures de la contamination du lait, les parties en caoutchouc demandent les plus grands soins. Cette matière est attaquée par la graisse du lait et de la peau des trayons, par l'air et la lumière et par les produits de nettoyages ; il en résulte une perte d'élasticité. Avec un matériel en caoutchouc uragé la microflore totale du lait est élevé et le temps de réduction du bleu de méthylène est relativement bas (Alais, 1983).

Selon Hermier, 1992 la part respective du matériel et de la peau des mamelles a été étudiée par Richard et Braquchaye (1985) qui attribuent au matériel de traite un rôle plus important, dans la contamination par les coliformes qu'à la peau des mamelles.

Hafini Alvei serait l'espèce dominante du matériel tandis que Escherichia Coli serait surtout présent sur les mamelles.

II.2.7. Traitement et conservation du lait :

Il est rare que le lait soit consommé ou transformé immédiatement après la traite.

En pratique, principe le lait doit être conservé de manière à ce que ses propriétés organoleptiques, chimiques, physiques, et bactériologiques ne soient pas modifiées presque toujours, il s'écoule un certain temps entre sa récolte et son départ de la ferme. Pendant

cette période il faut le placer dans des conditions tel qu'il puisse conserver intégralement ses qualités initiales. (Tahar K, 1998).

D'autre part, le plus souvent la traite est réalisée dans des conditions de propreté insuffisante, le lait contient alors à côté des germes des impuretés macroscopiques diverses (particules de paille, poils, excréments, poussières... etc.) qu'on peut éliminer par filtration.

Avant d'être transporté à la laiterie, le lait doit être refroidir très lentement à l'air, puis mis dans des cuves de refroidissement à 4 °C. A la sortie de la mamelle, le lait est à une température voisine de 35 – 37 °C, il contient toujours des germes même lorsque la traite est réalisée dans les meilleures conditions d'hygiène. A cette température les germes se développent en altérant le lait. Pour stopper ou simplement limiter leur prolifération, il faut refroidir le lait rapidement.

Il importe en fin de ne jamais mélange la traite du matin avec celle de la vieille ou du soir, même si cette dernier à été maintenue la nuit, dans les meilleures conditions, en effet à une température de 8 à 10 °C, le lait du soir peut être le siège d'une évolution microbienne intéressante (germe psychotrophes). Mélanger les traites aboutit donc à ensemenecer la traite du matin avec la traite du soir en voie d'altération. (Veisseyre, 1975).

II.2.8. Hygiène du lait à la ferme :

A la ferme, deux questions sont essentielles : le dépistage des animaux malades et l'hygiène de la traite.

Le dépistage des animaux malades est effectué par les médecines vétérinaires, malheureusement il est loin d'être réalisé à grande échelle et les paysans ignorent encore combien il est utile. Il empêche en effet l'extension des maladies infectieuses à l'étable. (Tahar.K, 1998).

Le dépistage de la tuberculose bovine se fait, soit par une injection sous-cutanée de tuberculine soit par intradermoréaction à la tuberculine. Il convient surtout de dépiste la tuberculose de la mamelle car selon Boyer.1951, elle représente 4,74 % des cas de tuberculose animale.

C'est la stabulation de tuberculose la contagion aussi à l'école de Grignon l'éradication de tuberculose n'a pu être obtenue qu'en laissant les animaux en liberté dans les vastes enclos. Hiver comme été, le dépistage des animaux atteints de la tuberculose est très difficile car, si des avortements peuvent parfois donner l'éveil dans d'autres cas d'affection reste totalement inapparente et seuls des examens spéciaux peuvent la déceler (l'intradermo-réaction à l'abortine et le lactodiagnostic...etc.).

Le contrôle sanitaire du lait à la production ne concerne pas exclusivement les animaux mais aussi devrait s'étendre aussi à l'homme.

II.3. Les maladies virales et bactériennes transmises par le lait :

Le lait est un produit alimentaire très riche en nutriments, pour cette raison il peut favoriser la croissance de plusieurs micro-organismes. Le lait cru, même collecté sous des conditions aseptiques; peut contenir des microbes (Oteng-Gyang, 1984).

Selon Danish (1987), on peut citer:

II.3.1. Les maladies virales :

a-Fièvre aphteuse :

La fièvre aphteuse est une maladie infectieuse du bétail qui parfois contamine l'homme. Comme la fièvre aphteuse est la plus contagieuse de toutes les maladies connues, elle peut se répondre facilement par les gens, les camions de ramassage et le lait lui-même.

b-D'autres virus infectieux :

Par exemple "la diarrhée d'été"; " les gripes" etc. ; peuvent être transmises par le lait, l'hygiène personnelle est donc très importante.

II.3.2. Les maladies bactériennes :

a- L'anthrax (maladie de charbon due par *Bacillus anthracis*) :

L'anthrax est une maladie mortelle pour l'homme. Aussi beaucoup de soins doivent être pris pour éviter la contamination du matériel de laiterie; du lait contenant du sang, les selles et les saletés du bétail infecté par l'anthrax.

La forme végétative de *Bacillus anthracis* est détruit pendant la procédure normale de pasteurisation, mais la spore ne peut être détruite qu'à 100°C pendant 10 à 40 minutes.

b- Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :

La contamination a lieu par voie orale. Ces maladies provoquent des diarrhées sérieuses avec complication. Une particularité est le fait que certaines personnes qui ont été guéries deviennent porteurs chroniques de cette maladie sans elles-mêmes souffrir de diarrhées.

Si les porteurs de bactéries de typhoïdes ou paratyphoïdes sont employés dans l'industrie laitière, ils seront à même de transmettre la maladie dans le lait, même après pasteurisation.

-D'autre Salmonella: les salmonelloses provoquent des vomissements aigus, des maux d'estomac et des diarrhées abondantes dus à des bactéries qui normalement vivent chez les animaux. Toutes les salmonelles (compris la bactérie typhoïde et paratyphoïde) survivent très bien dans le lait et se multiplient très rapidement si le lait n'est refroidi en dessous de 15°C.

c-La tuberculose (TB) :

Les vaches qui sont contaminées par la TB bovine peuvent transmettre les bactéries par plusieurs voies, par exemple, l'urine, les selles et la salive. La voie la plus directe est bien sur le lait même dans le cas de la TB mammité.

Les bactéries de la TB sont souvent difficiles à détruire par les désinfectants. Tout le lait pasteurisé est supposé être exempt de bactéries TB, il est important que le temps et la

température de pasteurisation soient scrupuleusement respectés pour que tout le lait arrivant dans la laiterie soit traité.

d-Diphtérie :

La bactérie de la diphtérie contamine facilement le lait si les mains du personnel ont été souillées par des mucosités nasales ou par la salive. Dans quelques cas les trayons de la vache ont été infectés, transmettant ainsi l'infection au lait. La bactérie de la diphtérie peut se développer dans le lait qui n'a pas été refroidi au dessous de 15°C.

e-Les mammites :

Selon Ragot et *al.*, (2001) ; les mammites sont des inflammations d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle. Elles sont dues à la présence et à la multiplication dans le tissu mammaire d'une ou plusieurs souches de bactéries. Dans tous les cas, elles provoquent une altération de la qualité du lait (augmentation du taux de cellules et apparition de grumeaux). Le lait devient impropre à la consommation. Au stade le plus avancé de la mammite, on observe des signes locaux (inflammation de la mamelle) ou généraux (fièvre, baisse d'appétit...).

On distingue 3 types de facteurs qui favorisent le développement de mammites:

- L'animal: son âge, son stade de lactation, sa conformation.
- L'environnement: (logement "l'hygiène, ambiance", l'alimentation....).

Les germes bactéries (staphylocoques dorés, streptocoques "*S.agalactiae*", "*S.dysgalactiae*", "*S.uberris*", *E. coli* ou champignons (mycoplasmes)).

D'après Danish (1987) ; beaucoup de souches de streptocoques peuvent causer la mammite dans le bétail, mais seule une souche, le streptocoque A, peut se transmettre de la vache à l'homme.

Pour l'homme, streptocoque A est le plus important. Il peut causer de nombreux maladies; comme par exemple: mal de gorge, scarlatine, formation de pus dans l'oreille, fièvre puerpérale et d'autres infections.

f-Staphylococcus entérotoxi :

Staphylococcus entérotoxi est dangereux, certaines souches de staphylocoques sont toxiques seulement pendant leur croissance. Les staphylocoques se développent très bien dans le lait et les produits laitiers à la température minimale de 15 à 20°C.

Le refroidissement rapide du lait est important pour éviter la croissance des staphylocoques et la production des toxines qui sont résistantes à la chaleur. Selon Jacotot *et al.*, (2003);

g-Listériose :

Due à *Listéria monocytogènes* bacille résistant pouvant se développer à basse température (réfrigérateur), dans des produits laitiers (croustes de fromages à pâte molle).

La listériose se manifeste sous forme sporadique ou épidémique, avec une symptomatologie neuro-méningée. Les sujets les plus à risque sont les femmes enceintes avec des conséquences graves pour le fœtus, les patients avec déficience immunitaire (Sida; hémopathies, cancers, hémodialysés).

h-Brucellose (fièvre de Malt) :

Transmise notamment par du lait de chèvre ou de brebis consommé cru ou des fromages artisanaux fait avec du lait contaminé.

II.4. Méthode de prévention contre les infections contagieuses :

II.4.1. Maladies du bétail et contrôle vétérinaire :

Les maladies du bétail comme par exemple la tuberculose et la brucellose, on a un effet néfaste sur la qualité hygiénique du lait, une méthode de lutte rationnelle contre ces maladies comporte les étapes suivantes :

- 1- Dépistage des animaux contaminés par l'examen d'ensemble du cheptel (examen clinique et examen bactériologique du lait).
- 2- Marquage, isolement et traitement jusqu'à guérison contrôlée, si les chances de guérison sont faibles ou nulles, l'abattage de tous les animaux infestés est indispensable.

3- Persistance du contrôle sanitaire pour détecter les recontaminations.

II.4.2. Contrôle sanitaire du personnel :

C'est un des points délicats du système préventif. L'examen fréquent de l'ensemble des personnes manipulant du lait ou les ustensiles est difficile à exercer et en même temps onéreux.

II.4.3. Lutte contre les mouches dans les exploitations agricoles :

La lutte contre les mouches est une nécessité impérieuse dans tous les locaux des exploitations agricoles et spécialement dans les étables. Non seulement les mouches troublent considérablement la tranquillité des animaux, ce qui retentit sur la sécrétion lactée et gêne beaucoup la traite, mais elles déposent leurs excréments, partout et vont se désaltérer dans les récipients à l'ait, souillant ainsi liquide. (Ray.G, 1951 ; Tahar.K, 1998).

Chapitre III
Microflore du
lait cru

III. Microflore du lait cru :

L'appréciation de la qualité microbiologique d'une denrée consiste en la recherche des germes pathogènes, des germes nuisibles à la conservation et des germes utiles à la bonne évolution du produit. Ces microorganismes peuvent proliférer dans le lait qui constitue un excellent milieu de culture.

Il s'agit de virus et de rickettsies, de bactéries, de champignons microscopiques et de parasites.

III.1. Analyse bactériologique :

Selon le Journal Officiel de la République Algérienne, N°35 du 27 mai 1998 :

L'analyse bactériologique du lait cru comporte la recherche des :

- Germes aérobies à 30°C.
- Streptocoques fécaux.
- Coliformes fécaux.
- *Staphylococcus aureus*.
- Clostridium sulfito-réducteurs.

III.1.1. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

Dénombrer la flore totale, c'est tenter de compter tous les micro-organismes présents, afin d'apprécier la pollution microbienne du produit. Ce dénombrement dépend des conditions de températures (en général 30°C) et permet donc de dénombrer trois grands types de flore :

- flore thermophile.....t° optimale supérieure à 45°C ;
- flore mésophile.....t° optimale entre 20 et 40°C ;
- flore psychrophile..... t° optimale inférieure à 20°C.

On ne peut pas dénombrer à la fois les micro-organismes aérobies et anaérobies stricts. Il est donc préférable d'utiliser la terminologie « micro-organisme aérobies totaux à 30°C » plutôt que le terme « flore totale » dans le cas d'un dénombrement à 30°C en aérobiose (Joffin, 1999).

III.1.2. Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

L'intérêt de cette manipulation est de déterminer pour le produit testé une contamination fécale et d'en apprécier l'ampleur car les coliformes sont des bactéries vivant principalement dans les intestins. De plus, les coliformes thermo tolérants (ou coliformes fécaux) survivant

difficilement hors de l'intestin traduiront donc une contamination fécale récente (Joffin, 1999).

III.1.3. Le dénombrement des Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques des matières fécales. Ils appartiennent essentiellement au genre *Enterococcus*. Leur antigène de paroi les classe dans le groupe D de Lancefield. Toutefois, des *Streptococcus* possèdent le même antigène, comme *Streptococcus bovis*, *suis*, *equinis*, sont aussi des hôtes normaux de l'intestin que l'on ne pourra distinguer des *Enterococcus* que par la culture en milieu hypersalé (65g/ml) (Joffin 1999).

Les entérocoques peuvent être exceptionnellement associés à des cas d'intoxications bénignes ou parfois se révéler des pathogènes opportunistes (Guiraud, 1998).

III.1.4. Le dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

La recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*, les seuls à produire éventuellement une entérotoxine protéique cause d'intoxications alimentaires, permettent donc de savoir si l'aliment présente des risques pour le consommateur (Joffin, 1999).

III.1.5. Recherche des anaérobies Sulfito-réducteurs :

La recherche des anaérobies Sulfito-réducteurs est réalisée dans deux buts différents : *Clostridium perfringens* de type A est recherché car parfois responsable d'intoxications alimentaire.

Les clostridies sulfito-réducteurs (ou leurs spores), bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, comme test de contamination fécale, éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur.

Clostridium perfringens fait partie des *Clostridium* sulfito-réducteurs (Joffin, 1999).

Tableau 05 : Spécification microbiologique du lait cru.

Lait cru	n	c	m
Germes aérobies à 30°C	1	-	10 ⁵
Coliformes fécaux	1	-	10 ³
Streptocoques fécaux	1	-	Absence/0,1ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	-	Absence
C. sulfito-réducteurs	1	-	50

III.2. Virus et rickettsies :

Jusqu'à nos jours, des travaux sur le rôle des aliments dans la transmission des maladies virales et rickettsiennes ont été peu nombreux. Cela tient surtout aux procédés d'analyses difficiles à mettre en œuvre.

Toutefois, les virus de la poliomyélite, de l'encéphalite à tiques et de l'hépatite virale infectieuse ont été isolés du lait cru (Boivert 1980). Ces contaminations d'origine exogène proviendraient soit de l'usage d'eaux polluées pour le lavage du matériel, soit d'une manipulation par des porteurs sains, en incubation, convalescents ou malades.

Mais une contamination d'origine endogène est également possible. C'est le cas des virus de la peste bovine et de la fièvre aphteuse pour le lait de vache, ainsi que de l'encéphalite à tiques pour le lait de chèvre (Boivert 1980). Le virus de la peste bovine s'élimine par les excréments et les sécrétions dans la phase virémique de la maladie, alors que celui de la fièvre aphteuse se retrouve dans le lait avant l'apparition même des aphtes (Akakpo 1984).

Ce virus bovine est détruit à la température de pasteurisation ; le danger est donc surtout constitué par le lait cru (Claude Laurent 1974).

En ce qui concerne les rickettsies, *Coxiella burnettii*, agent de la fièvre Q est fréquemment trouvé dans le lait et des produits laitiers. La preuve de l'existence de cette maladie n'est pas donnée même si le cheptel n'est pas indemne de tiques porteuses de cet agent (Mackenzie et Norval 1980).

III.3. Champignons microscopiques :

Les levures et moisissures se trouvent aussi bien dans le lait cru, en poudre et dans tous les autres produits laitiers (Houssel 1984). Leur absence ou leur présence permet d'apprécier la capacité de conservation de ces denrées.

III.3.1. Levures :

Provenant surtout du fourrage, les levures d'altération des produits laitiers sont :

- *Kluyveromyces lactis*
- *Kluyveromyces fragilis*
- *Saccharomyces fragilis*
- *Saccharomyces lactis*
- *Candida*
- *Torulopsis*
- *Rhodotorula*

Elles supportent des pH de 3 à 8, avec un optimum de 4,5 à 6,5. Ceci explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé (Bouix et Leveau 1980).

Sauf *Candida albicans* et *Cryptococcus neoformans*, les levures ne sont pas toxiques. Ce qui a fait dire à De Buyser 1980, qu'il n'est pas nécessaire de rechercher systématiquement lors d'un contrôle hygiénique les levures dans les produits laitiers. Mais ces germes entraînent des altérations rendant le produit final répugnant : aspect troubles (cellules de levures en suspension), odeur ou goût anormaux (éthanol), gonflement des produits et de leurs emballages (gaz carbonique).

III.3.2. Moisissures :

Elles peuvent être utiles ou indésirables en industrie alimentaire. Elles dégradent l'acide lactique au fur et à mesure de sa formation à partir du lactose. Cette propriété leur confère une utilité incontestable en fromagerie (*Penicillium camemberti* pour la préparation des fromages à pâte molle, *Penicillium roqueforti* pour celle des fromages à pâte persillée).

Mais leur développement excessif sur la denrée modifie ses caractères organoleptiques aspect répugnant.

Les moisissures sont responsables de trois types de maladies : (Billaudelle 1977).

- Les infections (mycoses) contagieuses bronchiques et pulmonaires dues surtout à *Aspergillus flavus* et *fumigatus*
- Les allergies qui font suite au contact ou inhalation de spores de moisissures. Elles prennent l'allure de dermatites ou de conjonctivite.
- Les toxicoses, ayant pour origine les mycotoxines.

Certaines moisissures élaborent des mycotoxines thermostables et liposolubles, donc difficiles à éliminer une fois formées. Ces toxines se retrouvent dans le lait des animaux ayant consommé des aliments contaminés par des *Aspergillus* toxinogènes. C'est le cas des aflatoxines M1 élaborées par *Aspergillus flavus*.

En 1983, Wiseman et Applebaum confirment la résistance de l'aflatoxine M1 à la pasteurisation des laits et produits laitiers; alors que (Karapinar 1985) lui reconnaît des propriétés hépatotoxique et cancérogène.

III.4. Parasites :

Selon Seydi 1982, le lait transmet certaines maladies parasitaires essentiellement par ingestion. Les plus fréquemment rencontrées sont :

- la balantidiose,
- la dysenterie amibienne,
- la toxoplasmose dont les tachyzoites passent dans le lait des mammifères au cours de la phase proliférative extra-intestinale de la maladie. Dans d'autres cas, on a vu des laits souillés par des œufs de métazoaires, provoquant chez les consommateurs l'ascaridiose et l'oxyurose.

Chapitre VI

Altération, défaut et pollution du lait cru

IV.1. Altération, défaut et pollution du lait cru :

IV.1.1. Introduction des substances étrangères :

IV.1.1.1. Pollution par les résidus d'antibiotiques :

Selon Veisseyre, 1975, un lait provenant de la première traite qui suit l'injection de pénicilline les animaux malades contient plusieurs milliers d'unités de cet antibiotique par litre. Un tel lait est dangereux parce que son injection par des nourrissons peut provoquer chez eux une pénicillino-résistance entraînant des difficultés de traitement en cas d'infections ultérieures ou des problèmes d'allergie.

Selon Mahieu, 1985 (dans Luquet, 1985) les antibiotiques ne sont pas détruits par la chaleur et on peut les retrouver dans les laits et les poudres du lait, rendent le lait inutilisable pour certaines fabrications, car les microbes utiles sont neutralisés dans leur développement.

D'après Ledrer, 1978, il ne faut jamais livrer au consommateur du lait produit dans les 96 heures après l'injection d'un de ces antibiotiques : divers sortes de dihydrostreptomycine, pénicilline et oxytetracycline. En général, un délai d'attente est à respecter avant la consommation de lait ou l'abattage (par la consommation de viande).

IV.1.1.2. Pollution par les résidus d'antiseptiques :

Les résidus antiseptiques proviennent surtout du nettoyage et de l'absence ou insuffisance de rinçage en retrouve dans le lait :

- Eau de javel.
- Détergents.
- Désinfectants (chlores, iodes).
- Eau oxygénée (fraude).
- Ammoniums quaternaires.

Selon Mahieu – Luquet, 1985 dans un litre 2 p100 d'une solution de chlore à 200 ppm entraîne un goût défectueux, 10 p100 de cette même solution provoque l'inhibition des streptocoques.

IV.1.1.3. Pollution par les mycotoxines :

Les mycotoxines produites par les champignons ou moisissures comme *Aspergillus flavus*, sont des substances très toxiques et cancérigènes (cancer du foie).

La présence de ces mycotoxines est exceptionnelle dans les aliments destinés à la consommation humaine mais elle peut être fréquente dans certains aliments du bétail, en particulier les tourteaux d'arachide provenant de graines conservées dans de mauvaises conditions. (Veisseyre, 1975).

IV.1.1.4. Pollution par les résidus de pesticides :

Selon Mahieu – Luquet, 1985, on appelle « pesticide » les produits antiparasitaires naturels ou de synthèse utilisée en agriculture lors du stockage des denrées alimentaires. En médecine vétérinaire et insecticides, les mauvaises herbes, les champignons et les microorganismes.

Selon Veisseyre, 1975, les trois sources principales de pollution du lait par les pesticides organochlorés sont les suivantes :

- le traitement des étables et des locaux de stockage des aliments.
- L'alimentation des animaux : les végétaux (céréales, betteraves et tourteaux) qui entrent la ration des animaux peuvent être pollués par les produits phytosanitaires à base d'HCH hépoxyde d'heptachlore, d'aldrine et de dieldrine d'hexachlorobenzen (HCB).
- Les interventions thérapeutiques sur les animaux : les traitements des ectoparasites.

IV.1.1.5. Pollution radioactives :

Elles sont dues essentiellement aux retombées provoquer par explosions nucléaire.

Selon Veisseyre, 1975, 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 ou les produits radioactifs présentent chez l'animal, un métabolisme comparable à celui des mêmes produits non actifs.

IV.1.1.6. Pollution par les éléments métalliques et métaux lourds :

La contamination du lait par des résidus métalliques est surtout due au contact du lait avec des surfaces métalliques non étamées : cuivre, fer, plomb, iode...etc. certains des éléments sont nécessaire à la vie, mais ils deviennent toxiques même à partir d'une dose généralement très faible.

Le fer et le cuivre sont des catalyseurs d'oxydation, leur présence influe sur l'oxydation de la matière grasse et le développement d'une flaveur d'oxydation. Un excès de fer peut être responsable du jaunissement ou du noircissement des produits laitiers et de défauts de goût. (Luquet, 1985).

IV.1.2. Modification des éléments normaux du lait :

IV.1.2.1. Altération d'origine microbienne :

IV.1.2.1.1. Acidification spontanée et coagulation lactique :

Selon Rozier et Coll, 1985, l'acidification à la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques (*Streptococcus lactis*) lorsque l'acidité atteint 35 à 40 °D ; la coagulation intervient à la température ambiante.

Selon Oteng-Gyang, 1984, il y a deux types de bactéries lactiques : les lactiques homofermentaires qui produisent principalement l'acide lactique avec quantités faibles d'acide acétique et les lactiques hétérofermentaires productrices de quantité relativement élevées d'acide acétique en plus de l'acide lactique et du CO₂. il y a très peu de production d'acide dans le lait stocké à des températures proches de zéro, mais il peut y avoir une protéolyse.

D'après Veisseyre, 1975, les bactéries lactiques ne sont pas les seuls agents de l'acidification. De nombreux autres microorganismes peuvent la provoquer tel que les coliformes, entérocoques, microcoques, staphylocoques et *Clostridium*.

IV.1.2.1.2. Production des gaz :

D'après Oteng-Gyang, 1984, dans le lait cru stocké entre 0 °C et 37 °C, les microorganismes producteurs du gaz sont souvent les bactéries coliformes. Les bactéries lactiques hétérofermentaires et les levures capables de fermenter le lactose, le *Clostridium* et les *Bacillus* se développent rarement à des températures de réfrigération.

IV.1.2.1.3. Modification de la viscosité :

Ce phénomène peut être d'origine microbienne ou non. Lorsqu'il est d'origine non microbienne, il est dû à la présence de fibrine et de leucocytes qui passent dans le lait pendant la traite, donnant du lait visqueux. Le lait visqueux, lorsqu'il est d'origine bactérienne est formé par la présence de produits mucilagineux associées aux capsules des cellules bactériennes. Les bactéries responsables de cette anomalie sont : Alcaligens viscolatis, Micrococcus freudenreichi, les coliformes tel que ; Escherichia Coli, Streptococcus lactis et les lactobacillus casei, L.bulgaricus, les genres Pseudomonas, Alcaligènes et Micrococcus peuvent produire l'alcalinité du lait sans protéolyse. (Oteng - Gyang, 1984).

IV.1.2.1.4. Décomposition des lipides :

Selon Oteng-Gyang, 1984, les bactéries, les levures et les moisissures peuvent toutes décomposer la matière grasse du lait et entraîner les altérations suivantes :

- Oxydation des acides gras non saturés.
- Hydrolyse des lipides, acides gras et glycérol par les lipases.
- Combinaison oxydation et hydrolyse pour produire le rancissement.

IV.1.2.1.5. Modification de la couleur :

La couleur du lait déterminée par les facteurs suivants :

- l'épaisseur du lait.
- La teneur en sang (leucocytes) et pus.
- La composition physico-chimique, par exemple la couleur de la matière grasse.
- L'alimentation de l'animal.

D'après Veisseyre, 1975, et Oteng-Gyang, 1984, d'autres altérations de la couleur sont provoquées par la croissance des bactéries, levures pigmentées à la surface du lait.

- Le lait bleu dû au développement en milieu de Pseudomonas cyanogènes.
- Le lait jaune dont est responsable Pseudomonas synscantha.
- Le lait rouge dû à la pollution de Serratia marcescens.

IV.1.2.1.6. Modification de la saveur :

D'après Veisseyre, 1975 et Oteng, 1984, certains microorganismes sont responsables d'une modification de la saveur du lait en donnant :

- un goût amer provoqué par des Streptocoques, Leuco nostoc, Coliformes et Clostridium.
- Une saveur amara provoquée par Torula amura.
- Un goût de poisson, goût de fruit, provoqués par des levures.
- Un goût de cuit, de brûlé, de malt et de caramel provoqués par des Streptocoques lactiques.
- D'autres bactéries peuvent parfois développer des goûts de noix de navet et de savon.

IV.1.2.2. Altération d'origines enzymatiques :

IV.1.2.2.1. Protéolyse et putréfaction :

La protéolyse peut être due à l'action de l'une des protéases naturelles du lait ; la protéolyse alcaline ou plasmine, qui libère des caillots de purine ; mais les conséquences les plus graves sont dues à l'action des protéases des bactéries psychrotrophes. (Luquet, 1985).

Selon Veisseyre, 1975, après l'acidification du lait, les microorganismes peuvent intervenir pour brûler l'acide lactique formé. Ce sont surtout les moisissures (Geotricum, Penicillium et Mucor) qui sont responsables de cette combustion. L'acide lactique disparu, la dégradation des matières azotées devient possible, les germes protéolytiques qui entrent en jeu sont des moisissures et certaines bactéries.

Selon Oteng-Gyang, 1984 les microorganismes protéolytiques du lait peuvent produire de l'acide en même temps qu'ils dégradent les protéines. Ce phénomène s'appelle l'acido-protéolyse et entraîne la formation d'un lait caillé, contacté avec une quantité assez élevée de lactosérum.

Les microorganismes qui sont responsables des ces modifications dans le lait sont les Micrococcus, Alcaligènes, Pseudomonas, Proteus, Achromobacter et Serratia, en plus de certaines bactéries sporulées Bacillus et Clostridium quelques unes parmi elles se développent à des températures de réfrigération même si le lait cru est collecté sous des conditions strictement aseptiques, il contient des Micrococcus acido protéolytique de la flore initiale de la mamelle.

IV.1.2.2.2. Lipolyse :

Au sens étymologique, le mot lipolyse signifie dissolution et destruction des graisses (du grec lipos : grasse et lysis : dissolution).

D'après Mahieu; 1985 dans Luquet, 1985, la matière grasse laitière étant constituée dans sa presque totalité de triglycérides, (79 à 98 % en poids), l'hydrolyse enzymatique de ces triglycérides libérera des acides gras libres (AGL) et donnera des diglycérides ou monoglycérides.

La lipolyse étant une hydrolyse enzymatique, elle sera donc caractérisée par l'action d'un système enzymatique (les lipases) vis-à-vis d'un substrat (la matière grasse laitière). Elle peut être présente sous trois formes :

1) Lipolyse spontanée :

La lipolyse spontanée est définie comme la lipolyse qui se développe apparemment sans agitation mécanique du lait cru. (Luquet, 1985).

VEISSEYRE, 1975 a montré que certains laits sont anormalement riches en lipases et altèrent donc très rapidement. Ils proviennent souvent d'animaux présentant des troubles physiologiques.

2) lipolyse microbienne :

Mahieu 1985 dans Luquet, 1985 a cité qu'au cours du laps de temps qui s'écoule entre la traite du lait jusqu'à son arrivée, à l'usine, une flore microbienne se développe ; la flore Psychotrophe. Ce développement est d'autant plus grand que le laps de temps comprenant le refroidissement à la ferme, la collecte et le stockage à l'usine est plus important, il faut atteindre plusieurs jours dans les conditions naturelles.

La microflore des laits réfrigères est constituée principalement des bactéries Gram - du genre Pseudomonas, Achromobacter, Alcaligènes et Entérobacter. Bien que quelques Gram + aient été isolés (Bacillus et Micrococcus) la plupart de ces bactéries montrent une activité protéolytique et lipolytique mais il faut des teneurs de l'ordre de 10^6 à 10^7 germes/ml pour voir apparaître dans le lait cru des défauts de goût marqués.

3) Lipolyse induite :

La lipolyse induite est définie comme étant la lipolyse déclenchée dans le lait cru par une agitation mécanique ou une turbulence du lait.

Si le lait cru est soumis à une agitation ou une turbulence excessive, la membrane du globule gras peut être rompue, pour conséquence de permettre aux enzymes d'aller au

contact des triglycérides qui sont alors hydrolysés. L'agitation maximale semble se produire pendant la manipulation du lait lors de la collecte et la laiterie. (Luquet, 1985).

IV.1.2.3. Altérations d'origine physico-chimique :

La saveur oxydée serait constituée essentiellement par deux éléments bien distincts, le premier (goût huileux, suiffeux et métallique) et dû aux produits d'oxydation de la matière grasse : peroxydes des aldéhydes et surtout cétones, le seconde (goût de papier et de carton) est lié à la présence de substances volatiles encore mal connue qui apparaissent à la suite de réaction se produisant dans le lait cru exposé à la lumière que l'on ne doit pas confondre avec la rancidité qui est enzymatique.

L'acide ascorbique, les carotènes et les tocophérols peuvent inhiber ou freiner l'apparition de la saveur oxydée. La diminution de ces substances dans les laits d'hiver est de nature à favoriser le développement de la saveur oxydée.

Il y a résistance à l'oxydation du lait provenant de certaines races bovines. Ainsi les vaches normandes produisant un lait plus riche en carotènes qui est moins sensible à l'oxydation que celui des vaches frisonnes ou montbéliardes.

Certains facteurs physiques et chimiques favorisent le développement de la saveur oxydée : la lumière, la présence de sels des métaux lourds tels que le fer, le zinc et surtout le cuivre qui est le métal le plus actif même à l'état de traces. (1 à 2 mg/l) (Veisseyre, 1975).

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

1-Akakpo (J.A.) :

Cours magistral de pathologie Infectieuse : Maladies virales. 3e Année, EISMV de Dakar, 1983-84.

2- Alais.C ; 1983 :

Sciences de lait, principe de techniques laitières 4^{ème} édition Sepaic –pp.327, 502.

3-Billaudelle (D.) :

Moisissures et mycotoxines dans les denrées alimentaires animales d'origine animale
Th : Méd. Vét. : Toulouse, 1977, n 81

4-Boivert (C.D.C.) :

Contribution à l'étude de la contamination du lait : mise en évidence de virus dans le lait cru par la microscopie électronique Th d. vét: Toulouse, 1980, n 66.

5-Boudier J.F et Luquet F.M 1981 :

Dictionnaire laitier, édition Lavoisier pp. 13-97.

6-Bouix (M.) et Leveau :

Les microflores responsables des transformations : les levures, p 130 ~ 145, in Techniques d'analyses et de Contrôle dans les IAA : Le contrôle microbiologique
Vol. III, Paris: Techniques et Doc., 1980, 331 p.

7-Brulé G., Jeantet R., Grogennec T., Mahaut M.et Schuck P., 2008 :

Les produits laitiers. 2^{ème} édition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P1-19.

8-Claude Laurent :

Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. (Techniques vivantes) Presses Universitaires de Paris, 1974,154 p.

9-Danish T., 1987 :

Technologie laitière. Édition Pasilac. P2.

10-De Buyser (M.L.) :

Les micro-organismes des -toxi-infections : Staphylococcus aureus, p. 211-220 in Techniques d'analyses et contrôle dans les IAA : Le contrôle microbiologique
Vol. III, Paris : Techniq. et Doc., 1980, 331 p.

11-Dilimi-bourasA., 2004 :

Biochimie alimentaire. Office des publications universitaires. Alger. P97.

12-Frédot E, 2007 :

Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Édition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P9-

13-Goursoud, 1985 :

Composition et propriétés physico-chimique, dans Luquet F.M. 1985 lait et produit laitiers (vache, brebis, chèvre) Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. Technique et documentation Lavoisier pp. 1-95.

14-Groguennec T., Jeantet R. et Brulé G., 2008 :

Fondements physico-chimiques de la technologie laitière. Édition Tec et Doc. Lavoisier. P158.

15-Guiraud J.P, 1998 :

Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits alimentaires. Edition Dunod, PARIS, 1998, pp.136-139.

16-Hermier J. et al.1992 :

Les groupes microbiens d'intérêt laitier. C.E.P.I.L (centre de formation permanente et de perfectionnement des cadres des industries du lait). 3^{ème} trimestre. pp.298-386.

17-Houssel (J.P.) :

Les produits laitiers en Afrique
Rev. Le tech. du lait, 25, Août-Septembre. 1984.

18-Jacotot B. et Compillo B., 2003 :

Nutrition humaine. Édition Masson Paris. P165.

19-Jeantet R., Groguennec T. et Schuck P., 2008 :

Science des aliments-biochimie, microbiologie procédés, produits- technologie des produits alimentaires. Édition Tec et Doc. Lavoisier. P8-29.

20-Joffin C. et Joffin T-N., 1999 :

Microbiologie alimentaire. 5^{ème} édition. France Centre régional de documentation pédologique d'aquitaine. P208.

21-Karapinar (M.):

The effect of citrus oil and some spices on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* Intern. Journ. of food microbio., 2 (4), 1985, 197-258.

22-Khiati M., 2007 :

Alimentation en Islam. Edition Forem, Alger. P257.

23-Larpen, 1996 :

Laits et produits laitiers non fermentés *in* microbiologie alimentaire .Tome 2 Aspect microbiologique de la sécurité et de qualité des aliments. Tec et Doc. Lavoisier. P 272-289.

24-Lausanne.P.1969 :

Le lait.9-40, cité par Tahar.K et Sid Ahmed.B, 1998 : hygiène et qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru de différents points de collecte de la région de Mascara.Thèse d'ingénieur d'état.

25-Ledrer.J.1978 :

Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire tome IV : les intoxications alimentaires.pp.213.

26-Luquet F.M. 1985 :

Lait et produit laitiers (vache, brebis, chèvre) Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. Technique et documentation Lavoisier pp. 1-261.

27-Mackenzie (PKI) et Norval (RAI) :

Transmission de Cowdria rurninantium par Amblyoma tholloni
Rev. Elev. Méd. Vêt. Pays Trop. 1; (3), 1980.

28-Mahieu, 1985 :

Modification du lait après récolte. Dans Luquet.F.M.1985 : Lait et produit laitiers (vache, brebis, chèvre) Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. Technique et documentation Lavoisier.

29-Mathieu J., 1998 :

Initiation à la physico-chimie du lait. Édition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P220.

30-Oteng-Gyang K.1984 :

Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds.pp.177-187.

31-Paccalin J., Galantier M. 1986 :

Qualité-énergie et table de composition *in* Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre, qualité-énergie et table de composition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P97.

32-Pernod S.,Schneid –citrain N., Agnetti V., Breton S., Faurie J-m., Marchal L., Olus D., Quot E., Paquet D., Robinson T. 2005 :

Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques in bactéries lactiques et probiotiques. Édition Tec et Doc. Paris. P39.

33-Ragot M., Favé M., Masserot D., Pavie. 2001 :

Conservation à l'agriculture biologique "le cas de la production laitier ". Édition Educagri. P161.

34-Ray.G.1951 :

Contrôle du lait cru. Technologie laitière.pp.106-692. Cité par Tahar.K et Sid Ahmed.B, 1998. Hygiène et qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru de différents points de collecte de la région de Mascara. Thèse d'ingénieur d'état. Université de Mascara.

35-Roux J-L. 1994 :

Conserver les aliments, comparaison des méthodes et de technologies. Édition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P189.

36-Ruasse J-P. 1990 :

L'indispensable en nutrition. Édition Ipredis. France. P18.

37-Salgarolo.P.1990 :

Pratique des manipulations de chimie. Edition Chanac.pp.163-168.

38-Serville.Y et al 1998 :

Manuel élémentaire d'alimentation humaine Tome 2. 8^{ème} édition E.S.F PARIS pp. 162-172.

39-Seydi (Mg) :

Contamination des DADA : Incidences sanitaires et économiques.

Rapport présenté aux Xe Journées Médicales de Dakar, 25-30 janvier 1982, paru dans "Med. D'Afro. Noire 1982, 29 (16).

40-Tahar.K et Sid Ahmed.B, 1998 :

Hygiène et qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru de différents points de collecte de la région de Mascara. Thèse d'ingénieur d'état. Université de Mascara.

41-Veisseyre.R.1975 :

Technologie du lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait 3^{ème} édition Maison Rustique. PARIS.pp.3-204.

42-Wolter R. 1997 :

Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} édition. France Agricole. P189.

43-Wolter.R.1994 :

Alimentation de la vache laitière 2^{ème} édition pp.180-199.