

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaire
Spécialité/ Option : Production et Transformation Laitière
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Thème

Les facteurs influençant la composition et la qualité du lait

Présenté par :
Gouaidia Joumana
Djaballah yousra
Boukail Aymen

Président Pr. LAOUABDIA S N
Encadreur Dr. SLIMANI A
Examineur Dr. ZEBSA R

Université de Guelma
Université de Guelma
Université de Guelma

Juin 2023

REMERCEMENT

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

*Nous voudrions tout d'abord témoigner notre gratitude à **Mme SLIMANI A** d'avoir accepté d'encadrer ce travail, nous la remercions pour ses conseils judicieux, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury **Mme LAOUABDIA S.N** et **Mr BOUDALIA S**, pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner notre modeste travail.*

Nous adressons nos sincères remerciements à nos enseignants qui nous ont formés tout au long de notre parcours universitaire.

Nos derniers remerciements, et pas les moindres, vont aux personnes les plus chères à nos cœurs, qui ont toujours été là pour nous encourager, accompagner et qui nous ont toujours apporté leur support moral tout au long de l'élaboration de ce travail

Qu'ils trouvent ici, notre respect et notre gratitude.

Dédicace



➤ *A Mon Chère Père:*

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices consentis pour mon instruction et mon bien être, tu as été pour moi durant toute ma vie le père exemplaire l'ami et le conseiller, tes prières ont été pour moi d'un grand soutien au cours de ce long parcours

J'espère réaliser ce jour un de tes rêves et être digne de ton nom, ton éducation, ta confiance et des hautes valeurs que tu m'as inculqué.

➤ *A Mon Adorable mère:*

Aucune parole ne peut être dite à sa juste valeur pour exprimer mon amour et mon attachement à toi, tu as toujours été mon exemple car tout au long de votre vie je n'ai vu que droiture, humanisme, sérieux et bonté, tu m'as toujours donné de ton temps, de ton énergie En ce jour j'espère réaliser un de tes rêves sachant que tout ce que je pourrais faire ou dire ne pourrait égaler ce que tu m'as donné et fait pour moi

Puisse Dieu tout puissant te préserve du mal te combler de santé de bonheur te procurer et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour

➤ *A mes Frère **RAMZI, HAMZA et YOUCEF***

➤ *Mes sœurs :**AWATEF, MANEL et ILINE***

➤ *A la femme de mon frère**SARA** et sans fils**ABOUDA***

➤ *A une personne spéciale qui n'a jamais cessé de m'encourager, merci pour ta patience et ton aide au quotidien**ABDENOUR** je vous souhaite une vie heureuse*

➤ *A Mes amies Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir, Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires partagés*

➤ *À mes collègues de la promotion 2023 Production et transformation laitière*

➤ *A tous ceux qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce travail, merci à tous*

Gouaidia Joumana

Dédicace



Avant toute dédicace je voudrais remercier le Dieu Tout Puissant qui m'a donné le courage
d'entreprendre ce travail.

Je dédie cet humble travail

A **ma mère** endormie dans sa tombe qui a toujours rêvé de me voir au plus haut rang.
A celle qui a toujours été mon soutien dans cette vie, l'école de mon enfance, qui a été mon
ombre tout au long de mes années scolaires,

Encouragez-moi, aidez-moi et protégez-moi, **à mon père**, que Dieu le protège.

A la femme de mon père **Jamila**

A mon chère adorables sœur :**maloka**

A mes frères: **hocine** et **amine**

a ma petit frere :abdelhamide

A **tous mes enseignants** depuis mon premier pas à l'école jusqu'aujourd'hui
A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ne serait-ce que par
humble présence.

Djaballah Yousra

Dédicace



Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience pour aller jusqu'au bout du parcours de mes études

Je dédie ce mémoire.

A celui qui m'a toujours encouragé et soutenu durant toutes mes années d'études. Merci pour ton amour et ta confiance totale...**A toi très cher papa.**
A celle qui m'a tant bercé, tant donné et tant enseigné, toi qui m'a guidé Dans le droit chemin, toi qui m'a appris que rien est impossible...A toi

Ma chère maman.

A mon frère et soutien dans la vie, **Ayoub**

A Mon petit frère **Anes**

Mes chères sœurs **Oumaima Ibtihal.**

La femme de mon frère **nadjla**

Et au plus jeune de la famille, **mon neveu Yzen**

À mon défunt ami qui a toujours voulu que je sois dans les rangs supérieurs **fahd (allh yarhmo)**

Et mes amis de collège **salah , houcin , kamal**

A tousmes amis

Boukail Aymen

RESUME

Le lait occupe une place primordiale, dans l'alimentation humaine, c'est le premier aliment naturel complet depuis l'enfance, riche en minéraux, protéines, vitamines et matières grasses. Il contient tous les nutriments nécessaires à la croissance et au bon fonctionnement de notre organisme. Différents facteurs peuvent influencer la composition et la qualité du lait, ils sont d'ordre génétique et physiologique : il s'agit des facteurs dépendant de l'animal (la race, stade de lactation, état sanitaire....) et d'ordre environnemental liés aux conditions d'élevage l'alimentation, le climat ...etc. A ceux-ci s'ajoutent d'autres facteurs d'ordre technologique pouvant agir sur la qualité organoleptique, hygiénique et microbiologique, ils peuvent amener à la détérioration de la qualité nutritionnelle du lait s'ils sont mal respectés. L'objectif de notre travail est de présenter dans ce manuscrit les différents facteurs responsables de la variation de la composition et la qualité du lait.

Mot clés : Lait, composition, qualité, nutritionnelle, animal

ABSTRACT

Milk occupies an essential place in the human diet, as it is the first complete natural food since childhood, rich in minerals, proteins, vitamins and fats. It contains all the nutrients needed for the growth and proper functioning of our bodies. Various factors can affect the composition and quality of milk, they are hereditary and physiological: these are factors that depend on the animal (breed, lactation stage, state of health, etc.) and environmental factors related to breeding conditions, food, climate, etc. Added to these are other technological factors that can affect the sensory, hygienic and microbiological quality, and can lead to a deterioration in the nutritional quality of milk if it is not respected. The aim of our work is to present in this manuscript the different factors responsible for variation in milk composition and quality.

Keywords: Milk, composition, quality, nutritional, animal

يحتل الحليب مكانة أساسية في النظام الغذائي للإنسان ، فهو أول غذاء طبيعي كامل منذ الطفولة ، غني بالمعادن والبروتينات والفيتامينات والدهون. يحتوي على جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو أجسامنا وعملها السليم. يمكن أن تؤثر العوامل المختلفة على تكوين وجودة الحليب ، فهي وراثية وفسولوجية: هذه عوامل تعتمد على الحيوان (السلالة ، مرحلة الرضاعة ، الحالة الصحية ، إلخ) والعوامل البيئية المرتبطة بظروف التكاثر والغذاء والمناخ ، إلخ. يضاف إلى هذه العوامل التكنولوجية الأخرى التي يمكن أن تؤثر على الجودة الحسية والصحية والميكروبيولوجية ، ويمكن أن تؤدي إلى تدهور الجودة الغذائية للحليب إذا لم يتم احترامها. الهدف من عملنا هو أن نقدم في هذه المخطوطة العوامل المختلفة المسؤولة عن الاختلاف في تكوين وجودة الحليب.

الكلمات المفتاحية: الحليب ، التركيب ، الجودة ، التغذية ، الحيوان

Sommaire

Titre	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01

Chapitre 1 : Généralité sur lait

1.Définitions du lait	03
2.Importance Nutritionnelle du lait	03
3.Propriétés physiques	04
4.La composition du lait	04
4.1. Les principaux composants du lait	05
4.1.1. L'eau	05
4.1.2. La matière grasse	05
4.1.3. Les protéines	07
4.1.4. Les glucides	07
4.1.5. Les minéraux.....	08
4.1.6. Les vitamines	08
4.1.7. Les enzymes.....	09
4.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait	09
4.2.1. La densité.....	10
4.2.2. Le point de congélation.....	10
4.2.3.Point d'ébullition	10
4.2.4. L'acidité	11
4.2.5 Le pH	11
4.2.6. Extrait sec	12
5.Différents types de lait	12
5. 1. Lait cru (non traiter thermiquement)	13
5. 2. Lait traité thermiquement	13
5. 2.1 Lait pasteurisé	14
5.2.2. Lait stérilisé	14
5.2.2.1 Lait UHT.....	14
5.2.2.2 Lait concentré	15
5.2.2.3 Lait aromatisé	15
5.2.2.4 Poudre de lait	15
5.2.2.5 Lait fermenté	15
6. Procédés de conservations.....	15
6. 1.Par la chaleur	15
6.1.1. La pasteurisation	15
6. 1.2. La stérilisation.....	16
6.2. Par le froid	16

6.2.1. La réfrigération	16
6.2.2. La congélation.....	16

Chapitre 2 : Les facteurs influençant la composition du lait

1. Les facteurs liés à l'animal :	17
1.1 Effet de la race	17
1.2 Effet de stade physiologique :	19
1.2.1. Numéro de lactation (rang de la mise bas)	19
1.2.2. Age du premier vêlage	19
1.2.3. Stade de lactation	20
1.3. Etat sanitaire	20
2.1. Les facteurs liés à la conduite d'élevage	21
2.1.1. Effet de l'inconfort	21
2.1.2. Effet de l'alimentation	21
2.1.3. Effet de l'abreuvement	23
2.1.4. La traite	23
2.1.5. Effet de la saison	23
2.1.6. Le climat	24

Chapitre 3 : Les Facteurs influençant la qualité du lait

1. Définition de la qualité	26
2. Différents aspects de qualité du lait:	26
2.1. Caractéristiques organoleptiques	26
2.1.1. La couleur	26
2.1.2. L'odeur.....	27
2.1.3. La saveur.....	27
2.1.4. La flaveur.....	27
2.1.5. La viscosité	27
2.2. Qualité microbiologiques :	27
2.2.1. La flore originelle	28
2.2.2. La flore de contamination	29
2.2.3. La flore d'altération	29
2.2.3.1. Les coliformes	29
2.2.3.2. Les levures	29
2.2.3.3. Les moisissures	30
2.2.4. La flore pathogène	30
2.2.4.1. Bactéries infectieuses.....	30
2.2.4.2. Les principaux micro-organismes infectieux.....	30
2.2.4.2.1. Salmonelles.....	30
2.2.4.2.2. Listeria	31
2.2.4.2.3. Bactéries toxigènes	31
2.2.4.4. Les principaux micro-organismes toxigènes	31
2.2.4.4.1. Staphylocoques	31

2.2.4.4.2. Les clostridiiums sulfito-réducteurs.....	32
2.3. Qualité technologique.....	32
2.4. La qualité hygiénique du lait	32
2.4.1. Origine de la contamination	32
2.4.1.1 Contamination par les manipulateurs	32
2.4.1.2 Contamination par l'eau	33
2.4.1.3 Contamination à partir des équipements.....	33
2.4.1.4 Contamination par la poudre	33
3. Contrôle de la qualité du lait	33
3.1. But de Contrôle la qualité du lait :.....	33
3.2. Contrôle microbiologique.	34
3.3. Contrôle Physico-chimique	34
4. Maîtrise de la qualité	34
5. Assurance qualité.....	35
6. Système qualité.....	35
7 .Management qualité	35
Conclusion	36
Références bibliographiques	37

Liste des tableaux

N°	Désignation	Page
01	Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Vignola, 2002)	04
02	Composition lipidiques du lait (Grappin et Pochet, 1999)	06
03	Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007)	08
04	Composition moyenne des vitamines du lait cru (Amiot et al., 2002)	09
05	Principales propriétés physico-chimiques du lait de vache (Thomas et al., 2008)	12
06	Quelques caractéristiques de chaque type de lait (Luquet, 1986)	13
07	Production laitière quotidienne moyenne, taux butyreux et protéique moyen par race. (Coulon et al. 1998)	18-19
08	Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002)	28
09	Dangerosité à la consommation du lait de vache (PujolDuouy., 2004)	35

Listes des figures

N°	Désignation	Page
01	Structure d'un globule de matière grasse (Amiot et al. 2002)	06
02	Facteur de variation de la composition de lait.	17
03	Les différentes bactéries infectieuses (Prescott et al., 2010)	31

LIST ABRIVIATIONS :

°D : Degré Dornic

g/l : gramme/ litre

% : Pourcentage

°C : degré Celsius

AA : **acide amine**

AFNOR : L'Association française de normalisation est l'organisation française

Ajr : apport journaliers recommandes

Anc : apport n conseilles

C16 : 0 **acide** palmitique

C18 :1 Acide cis-9-octadécamonoénoïque

C18: 0 Acide arachidique

C18: 2 ACIDE linoléique

CH₃_CHOH_COOH : acide lactique

CO₂ : Le dioxyde de carbone

DLC : date limite de conservation (DLC)

DLUO : (date limite d'utilisation optimale)

E.coli : Escherichia coli

FAO : Organisme des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation ; agriculture

g : Gramme

ISO : Organisation internationale de normalisation

K : Potassium

Kcal : kilocalorie

Kg : Kilogramme

L : Litre

mg : Milligramme

MG : maitier grass

AGL : acides gras à chaine longue

ml : Millilitre

Mol : mole

Na : sodium

Pa : pascal

pH : Potentiel d'hydrogène

secs : Secondes

T : Température

Tb ;taux butyreux

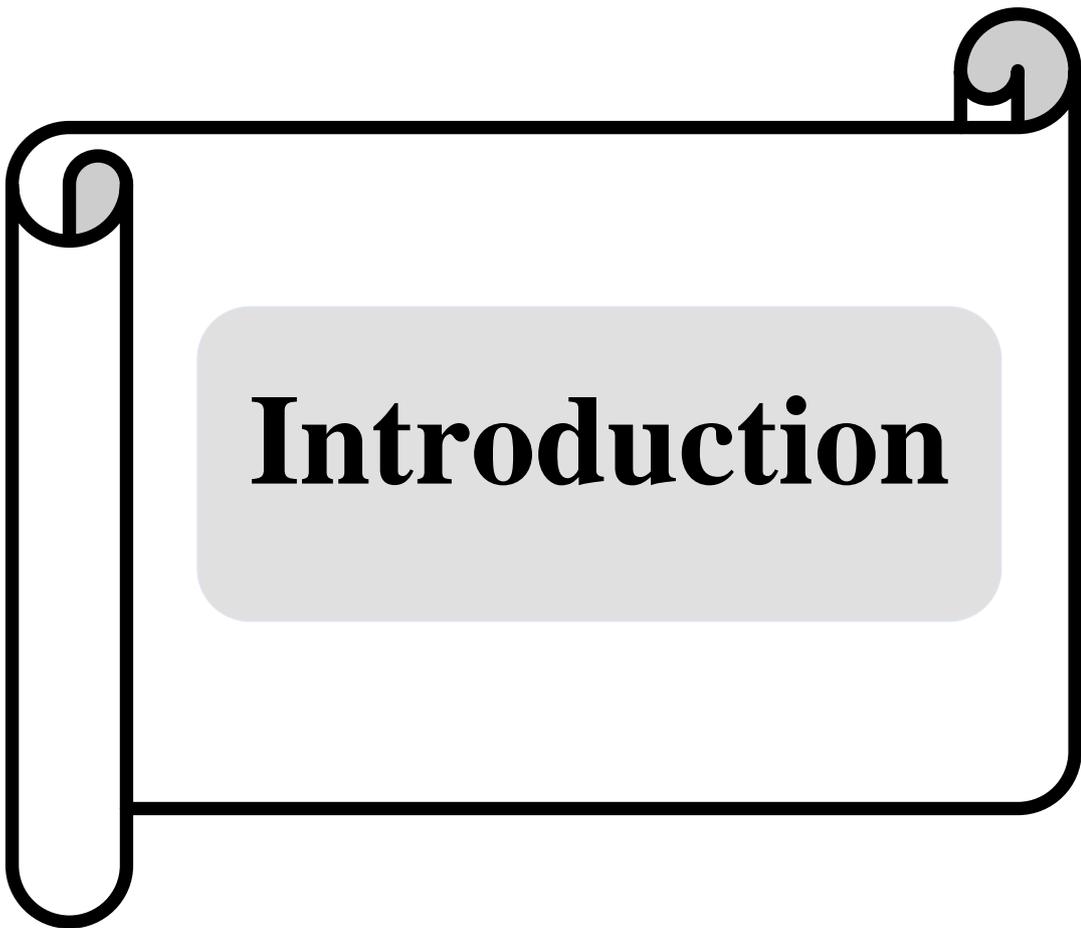
Tp : taux protéiques

UFL : Unite Fourragere Lait.

UHT : Ultra Haute Température

β – carotène : bêta-carotène

µm : micromètre



Introduction

INTRODUCTION

Introduction

Le lait est un composant majeur de notre diète quotidienne ; il occupe une place stratégique dans notre alimentation et constitue une source importante équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides), en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire (**Fernane-Boumedine, 2017**). L'intérêt nutritionnel du lait tient à la qualité de ses protéines, de ses lipides ses vitamines et à ses minéraux en particulier à sa richesse en calcium.

L'aspect nutritionnel des composés du lait peut s'étudier par deux voies essentielles les macronutriments et les micronutriments. Les macronutriments correspondent essentiellement à l'apport d'énergie et de nutriments qui interviennent dans les processus anaboliques c'est-à-dire comme matériels pour la croissance et l'entretien (acides aminés indispensables, acides gras essentiels et macro-minéraux) (**Graham, 1974**). Les micronutriments (oligo-éléments, vitamines) ont des rôles physiologiques et jouent sur les fonctions endocrine et immunologique de l'organisme. Le lait contient aussi un certain nombre de composés actifs qui jouent un rôle nutritionnel, de protection ou de facteur de croissance au niveau digestif et éventuellement périphérique (transporteurs de nutriment, antimicrobiens, hormones, enzymes par exemple. (**Boza et Sanz Sampelayo, 1997**).

Seule la production laitière de quelque espèce de mammifères présente un intérêt immédiat en nutrition humaine, même si le lait d'autres espèces animales possède des qualités nutritives supérieures. Le lait des différentes espèces de ruminants, soit frais, soit en tant que produits laitiers, comprend un aliment d'une importance exceptionnelle pour l'homme tout au long de leur vie.

La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale. Selon **Frey, (2020)**, le lait de vache est le lait le plus produit dans le monde. Sa production mondiale a été multipliée par 2,2 entre 1961 et 2018, passant de 313,6 millions de tonnes à 683,2 millions de tonnes. Il est également le plus consommé et le plus étudié sur le plan biochimique et bactériologique.

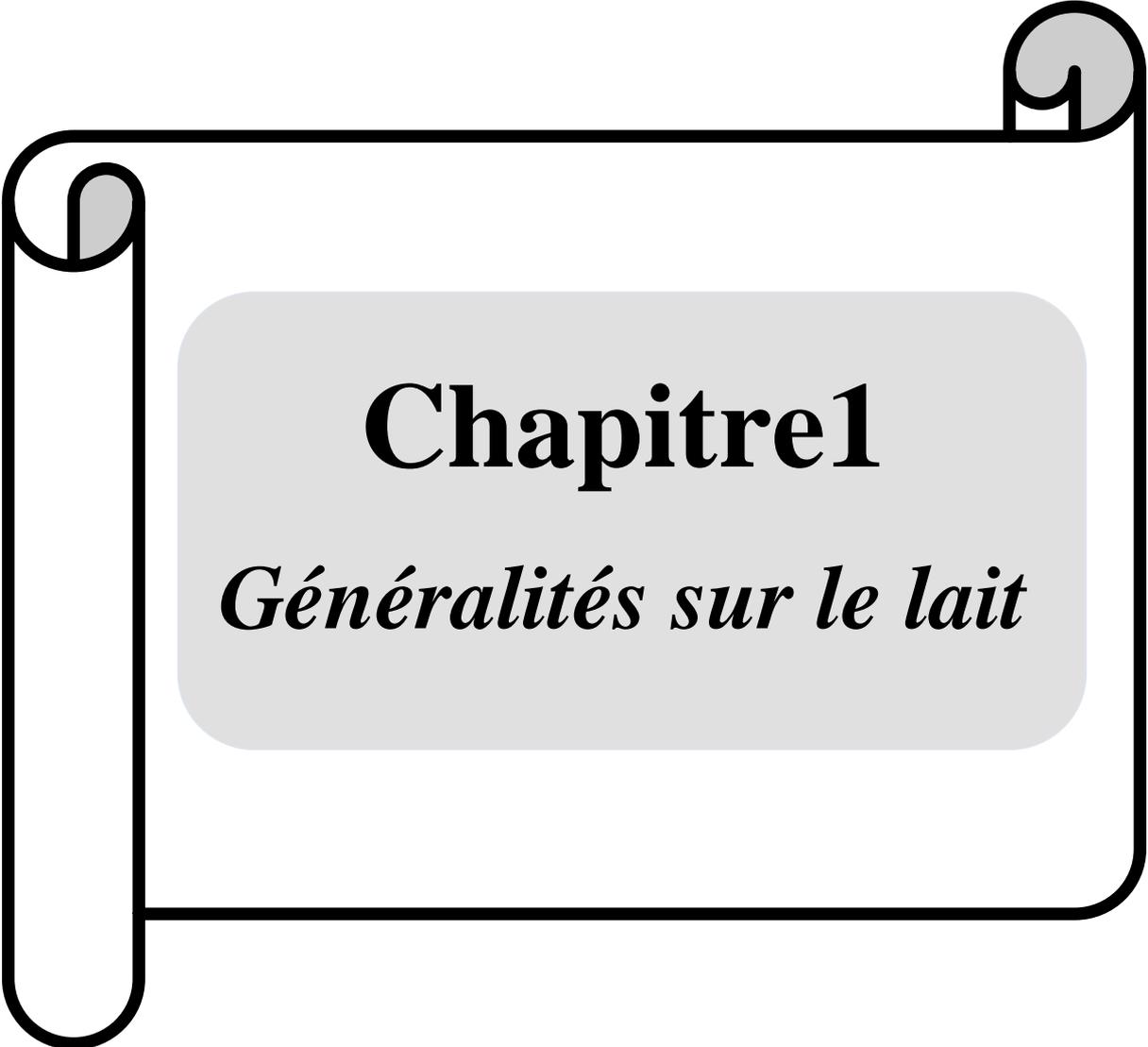
La qualité du lait doit être contrôlée minutieusement en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine. En effet, des souches pathogènes pour l'homme et l'animal, peuvent y proliférer (**Codou, 1997**). La sécurité alimentaire et notamment des produits issus des animaux est une question de santé publique. Toutes les phases de la production de lait sont soumises au risque d'exposition aux agents qui puissent détériorer sa qualité.

INTRODUCTION

Plusieurs facteurs interviennent dans la détermination de composition et de la qualité du lait, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit à l'environnement de l'animal (la conduite d'élevage, saison, climat, alimentation, hygiène, traite...).

Il est important de connaître le degré d'influence de chacun de ces facteurs et de son impact sur les caractéristiques globales du lait, afin de garantir la production d'un lait de haute valeur nutritionnelle.

L'objectif de notre travail est de rechercher les différents facteurs qui influencent la composition et la qualité du lait à travers une étude bibliographique.



Chapitre 1

Généralités sur le lait

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

1. Définitions du lait :

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

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

Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les **24h (Fredot, 2006 ; Jeantet et al., 2008)** rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires.

2. Importance nutritionnelle du lait

Le lait joue, un rôle très important dans l'alimentation humaine, tant au point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal facilement utilisables.

Comparativement aux autres aliments, il constitue un élément de haute valeur nutritionnelle.

L'intérêt alimentaire du lait selon **Leroy (1965)** :

- Une source de protides d'excellente valeur biologique.
- La principale source de calcium
- Une source de matière grasse
- Une bonne source de vitamines

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Le lait assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme les vitamines A, D, E

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

(liposolubles) et les vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (Cheftel, 1996).

3. Propriétés physiques

La composition du lait est très complexe, de point de vue physique, le lait présente une hétérogénéité, puisque certains composants sont dominants quantitativement, comme l'eau, la matière grasse, les protéines et le lactose ; et des composés mineurs qui sont les matières minérales, les enzymes et les vitamines. Les propriétés physiques comme la densité absolue, la viscosité, la tension superficielle et la chaleur spécifique dépendent de l'ensemble des constituants (Mathieu, 1998).

4. La composition du lait

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E (Favier, 1985)

Franworth et Mainville (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

La composition du lait varie selon l'espèce animale mais aussi selon différents facteurs tels que la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge. En règle général, l'eau est le constituant principal du lait La proportion des autres constituants varie selon les espèces (Boumedine, 2017).

Tableau1. Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Vignola, 2002).

Espèces	Eau (%)	Protéines (%)	Matières grasses (%)	Glucides (%)	Minéraux (%)
Vache	87,5	3,2	3,7	4,6	0,8
Chèvre	87,0	2,9	3,8	4,4	0,9
Brebis	81,5	5,3	7,4	4,8	1,0

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

4.1 Les principaux composants du lait

4.1.1. L'eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre. En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (**Mathieu, 1998**).

Le lait contient environ 90% d'eau. La quantité d'eau dans le lait est constante et est déterminée principalement par la quantité de lactose qui s'y trouve. L'eau qu'on trouve dans le lait provient, via l'apport sanguin, de l'eau de boisson ingérée, de l'eau des aliments, et de l'eau produite par les réactions chimiques du corps (**Homanet Wattiaux, 1996**).

D'après **Amiot et al. (2002)**, l'eau a un caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. IL en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

4.1.2. La matière grasse

Jeantet et al. (2007), rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras (**150 différents**) ;
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique (**C18 :1**) et palmitique (**C16:0**);
- Une teneur moyenne en acides stéarique (**C18:0**).

La figure ci-dessous montre la structure d'un globule de matière grasse du lait de vache

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

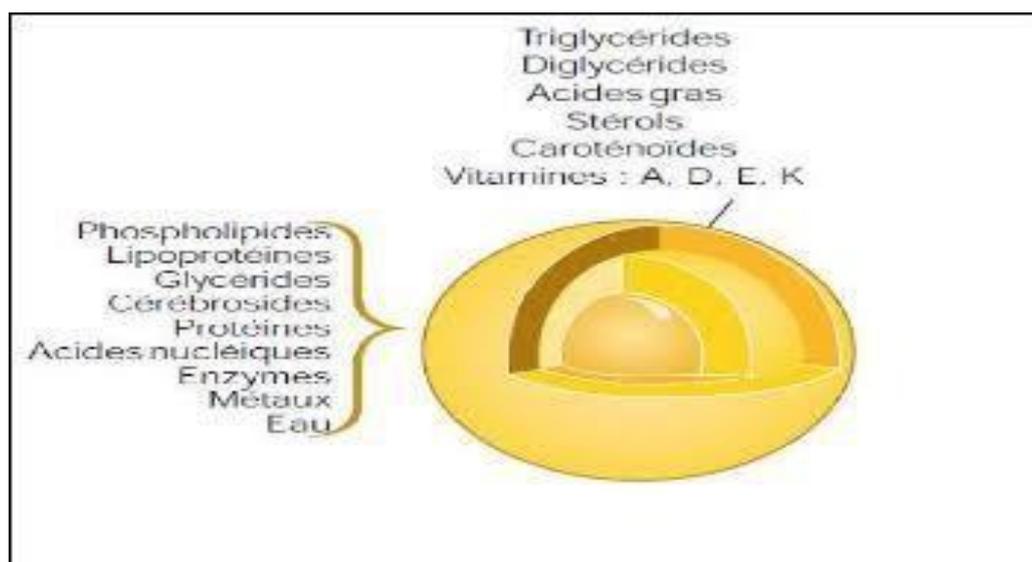


Figure1 : Structure d'un globule de matière grasse (Amiot et al.,2002).

Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 : 2 et acide linoléique C18 : 3) par rapport au lait de femme(1,6% contre8.5%en moyenne) (Jeant et al., 2007).

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre (Luquet, 1985). La matière grasse du lait de vache se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β – carotène comme l'indique le tableau suivant :

Tableau 2 : Composition lipidiques du lait (Grappin et Pochet, 1999)

Constituants	Proportions de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	01
Fraction insaponifiable	01

La matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe, dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé (Boutonnier ,2008)

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

Le lait contient de 3,5 à 5,25% de matière grasse en fonction de la race de la vache et de son alimentation (**Homanet Wattiaux,1996**).

4.1.3. Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes. Le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes (**Ghaoues, 2011**). On peut distinguer deux catégories de protéines : les caséines (protéines coagulables) et protéines solubles(ou protéines sériques).

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,

-Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

➤ Caséines

Les caséines représentent près de 80% de toutes les protéines du lait . Les micelles de caséines sont constituées de 92% de protéines et 8% de minéraux.

Les caséines facilitent la solubilité du calcium ce qui augmente son absorption. Sa sensibilité au pH acide et aux enzymes coagulantes simplifie sa digestion (**Frédot, 2012**).

Selon **Jean et Dijon (1993)**, la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g / mol⁻¹, forme une dispersion colloïdale dans le lait

➤ Les protéines solubles

Dites protéines du lactosérum, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont β -lactoglobuline (55%) et α -lactalbumine (22%), les autres sont les immunoglobulines (13%) et le sérum albumine bovine (7%) (**Amiot et al., 2002**).

4.1.4. Les glucides

Le lait de vache présente 5g de glucides dans 100 ml, il est considéré comme étant le seul aliment riche en protéines qui contient des glucides. Il contient des glucides essentiellement représentés par le lactose qui est le constituant le plus abondant après l'eau (**Mathieu, 1998**).

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puis qu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose ; en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines.

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers (Morrissey, 1995).

4.1.5. Les minéraux

Gaucheron (2004), évoque que le lait contient des quantités importantes de différents minéraux, les principaux : sont le calcium, le magnésium, sodium et potassium pour les cationset phosphate , chlorure et citrate pour les anions(Tableau4).

La matière minérale du lait (7 g à 7,5 g /l) est fondamentale du point de vue nutritionnel et technologique. IL est possible de doser les matières minérales ou cendres du lait par une méthode de calcination à 550 °C (Luquet, 1985).

Tableau 3 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007)

Eléments minéraux	Concentration(mg/kg)
Calcium	1043-1283
Magnesium	97-146
Phosphate inorganique	1805 –2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlore	772-1207

4.1.6. Les vitamines

Vignola (2002), affirme que les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puis qu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires ; les vitamines ne

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

peuvent être synthétisées par l'organisme humain.

Selon **Debry, 2001**, les vitamines sont classées en deux grandes catégories:

- les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait et;
- les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie.

Tableau 4 : Composition moyenne des vitamines du lait cru (**Amiot et al., 2002**).

Vitamines	Teneur moyenne µg / 100 g
Vitamines liposolubles	
Vitamine A	40
Vitamine D	2,4
Vitamine E	100
Vitamines hydro solubles	
Vitamine C (acides ascorbique)	02
Vitamine B1 (thiamine)	45
Vitamine B2 (riboflavine)	175
Vitamine B6 (pyridoxine)	50

4.1.7. Les enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Plus de 60 enzymes principales ont pu être isolées du lait ou dont l'activité a été déterminée. La moitié d'entre elles sont des hydrolases (**Blanc,1982 ;Pougheon, 2001**).

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, Les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (**Veisseyre, 1975**)

4. 2.Caractéristiques physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (**Amiot et coll., 2002**).

4.2.1. La densité

Elle oscille entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20 °C. La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. La densité des laits écrémés est supérieure à 1,035. Elle est mesurée avec un appareil spécial : « le thermo lactodensimètre » gradué en millièmes. Des tables de correction permettant d'adapter la mesure à la température (**Vierling, 2003**).

Elle varie dans le même sens que la richesse en matière sèche du lait, c'est à dire qu'un lait plus riche sera a priori plus lourd, même s'il faut considérer le fait que les lipides, dont la présence peut augmenter la proportion de matière sèche, sont eux moins denses que l'eau donc diminue la densité globale du lait(**Laurre et al.,2007**).

4.2.2. Le point de congélation

Selon **Aboutayeb (2011)**, Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide.

Neville et al. (1995), ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. Il y'a de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production.

D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Mathieu, 1999**).

4.2.3. Le point d'ébullition

D'après **Amiot et al. (2002)**, on définit le point d'ébullition comme la température

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C

4.2.4. L'acidité

L'acidité du lait dû principalement à la présence des protéines surtout les caséines et la lactalbumine, des substances minérales telles que les phosphates et le CO₂ et les acides organiques le plus souvent l'acide citrique .L'acidité apparente (naturelle) varie entre 0,13 et 0,17% d'équivalent d'acide lactique.

Le lait frais ne contient qu'environ 0.002% d'acide lactique. En se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique CH₃_CHOH_COOH par fermentation du lactose. Cette nouvelle acidité se nomme acidité développée .C'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines (**Vignola, 2002**).

Elle est exprimée en "degré Dornic " (°D), ce dernier exprime la teneur en acide lactique : 1°D = 0,1g d'acide lactique (**Alais, 1984**).

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est ≥ 70°D coagule à froid (**Jean et Dijon, 1993**).

D'après **Aboutayeb (2011)**, 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

4.2.5. Le pH

Le pH du lait varie habituellement entre 6,5 et 6,7 (à 20°C), avec une valeur moyenne de 6,6 ; il est donc très légèrement acide. Le colostrum peut avoir un PH aussi bas que 6,0 (**Patrick et al., 2000**).

Le PH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate et aussi selon les conditions environnementales (**Alais, 1984**).

Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution, les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait (Amiot *et al.*,2002).

4.2.6. Extrait sec

La teneur en extrait sec dans le lait de différentes espèces de mammifères varie d'extrêmes très différents : de 100 à 600 g/l. La raison de ces différences est principalement la teneur en matières grasses. Le lait de vache contient un extrait sec total de 125 à 130 g/l (Alais ,1984).

Tableau05.Principales propriétés physico-chimiques du lait de vache (Thomas *et al.*,2008).

Pression osmotique	~700,10 ³ Pa
Activité d'eau	~0,993
Point d'ébullition	~100,15°C
Point de congélation	~-0.53 °C
Indice de refraction	1,3440-1,3485
Masse volumique(à20°C)	~1030 Kg.m ⁻³
Conductivité spécifique	~ 0,0050 ohm ⁻¹ .cm ⁻¹
Force ionique	~0,08 Mol
Tension interfaciale(20°C)	~47-53 N. m ⁻¹
Viscosité(lait non homogénéisé)	~2,0.10 ⁻³ Pa.s
Conductibilité thermique(à20°C)(Laità3% dematière grasse)	~ 0,56 W. m ⁻¹ .K ⁻¹
Diffusivité thermique(15-20°C)	~1,25.10 ⁻⁷ m ² .s ⁻¹
Chaleur spécifique	~3900 J. Kg ⁻¹ .K ⁻¹
pH(à 20°C)	6,6 -6,8
Acidité titrable	15 -17 ° D
Coefficient d'expansion thermique(273K-333K)	0,0008m ³ .m ⁻³ .K ⁻¹

Certaines caractéristiques physico-chimique du lait notamment le pH, l'acidité titrable renseignent sur la qualité hygiénique du lait. D'autres comme le point cryoscopique de la densité permettent de détecter les fraudes (Nouiri ,2018).

5.Différents types du lait :

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de « laits de consommation » qui se

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation. Ils peuvent être classés en deux catégories (Mahaut et al., 2005).

Lait traité thermiquement, lait cru non traités thermiquement

Tableau 06 Quelques caractéristiques de chaque type de lait (Luquet, 1986)

Type de lait	Caractérisation
Lait cru	- N'a subi aucun traitement d'assainissement lui permettant une meilleure conservation - Sa consommation doit être sévèrement contrôlée en raison des risques de contamination microbienne et maladies transmissibles de l'animal à l'homme (Brucellose et tuberculose).
Lait traité Thermiquement (lait pasteurisés et lait stérilisés)	- La pasteurisation permet de détruire l'agent de transmission de la tuberculose (bacille et koch), les conditions de traitement : 72 à 75°C pendant 15 à 30 secondes - la stérilisation permet la destruction thermique des germes s'y développant les conditions de traitement : 100 à 120°C pendant vingtaine minutes

5.1. Lait cru :

Si le lait cru est un produit intéressant sur le plan de la nutrition puisqu'il n'a subi aucun traitement d'assainissement lui permettant d'assurer une meilleure conservation, sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlées en raison des risques qu'il peut encore présenter pour la santé (Leseur et al., 1985).

5.2. Lait traité thermiquement :

L'industrie du lait peut consister en une modification de composition (lait écrémé, ...etc.) et en traitement thermique destiné à éliminer les éventuels germes pathogènes (Guiraud, 2003), les différents types de ce lait sont :

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

5.2.1. Lait pasteurisé :

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

Le lait pasteurisé est un lait chauffé entre 72 et 85 °C pendant 15 à 20 secondes, puis immédiatement refroidi jusqu'à une température inférieure à 6 °C. Le lait pasteurisé présente une réaction négative au test phosphatase : la phosphatase est une enzyme du lait, inactivée lors du processus de pasteurisation. Une réaction négative au test phosphatase est donc une preuve d'une bonne pasteurisation (Velez, 2017).

5.2.2. Lait stérilisé :

- ❖ Il est stérilisé à 115°C pendant 15 à 20 minutes directement dans son conditionnement. Il est vendu sous la mention « lait stérilisé ».
- ❖ Sa DLC est de 150 jours et se conserve à une température de 15°C maximum. Après ouverture, ce lait doit être conservé entre 1 et 2 jours à 3°C.

On les trouve sous les mentions « entier », « demi-écrémé » ou « écrémé »

5.2.2.1. Lait U.H.T :

Ce lait est stérilisé à Ultra Haute Température entre 140°C et 150°C

- ❖ pendant 1-5 secondes. Il est vendu sous la mention « lait stérilisé UHT ».
- ❖ Sa DLC est de 90 jours et se conserve à une température de 15°C maximum. Après ouverture, ce lait doit être conservé entre 1 et 2 jours à 3°C.

Ce lait est porté instantanément à une température très élevée (entre 140 et 150°C) pendant un temps très court (2 à 5 secondes seulement) puis refroidi. La brièveté du traitement permet de préserver les qualités du lait, tout en détruisant tous les micro-organismes offrant ainsi une longue conservation (environ 3 mois)*.

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

5.2.2.2. Lait concentré :

Le lait concentré est un lait dont on a évaporé une partie de son eau après addition ou non du sucre :

- Le lait concentré écrémé sucré employé surtout en confiserie
- Le lait concentré non sucré qui remplace le lait frais ou pasteurisé

5.2.2.3. Lait aromatisé

Les laits aromatisés sont souvent fabriqués à partir de lait écrémé ou de lait demi-écrémé et peuvent contenir des édulcorants ou des colorants artificiels. Ils peuvent également être enrichis en vitamines et en minéraux pour compenser les nutriments perdus lors du traitement. Ils peuvent être une alternative intéressante pour ceux qui n'aiment pas le goût du lait nature ou pour ceux qui souhaitent ajouter un peu de saveur à leur alimentation*.

5.2.2.4. Poudre de lait

Les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau contenu dans le lait. On les répartit en trois catégories : la poudre de lait entière, la poudre de lait partiellement écrémée et la poudre de lait écrémée (**Michel et al., 2002**).

5.2.2.5. Lait fermenté :

C'est un lait additionné de ferments lactiques qui vont transformer une partie du lactose en acide lactique. Il devient plus acide et plus onctueux qu'un lait de vache basique.

6. Procédés de conservations

6.1. Par la chaleur

Le traitement des aliments par la chaleur est la technique la plus utilisée pour la conservation de longue durée.

6.1.1. La pasteurisation

Elle a pour but la destruction des micro-organismes pathogènes et d'altération. La technique utilisée consiste à soumettre le lait à une température comprise entre 85° C et 100° C pendant une durée déterminée et à le refroidir brutalement. Avantage de

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE LAIT

cette méthode : elle préserve les caractéristiques du lait, notamment leur saveur. Les denrées pasteurisées comportent une date limite de conservation (DLC) et sont à conserver au frais

6.1.2. La stérilisation

Il s'agit d'un traitement thermique à des températures supérieures à 100° C visant à détruire toute forme microbienne, ce qui assure la stabilité à température ambiante de lait [1].

6.2. Par le froid

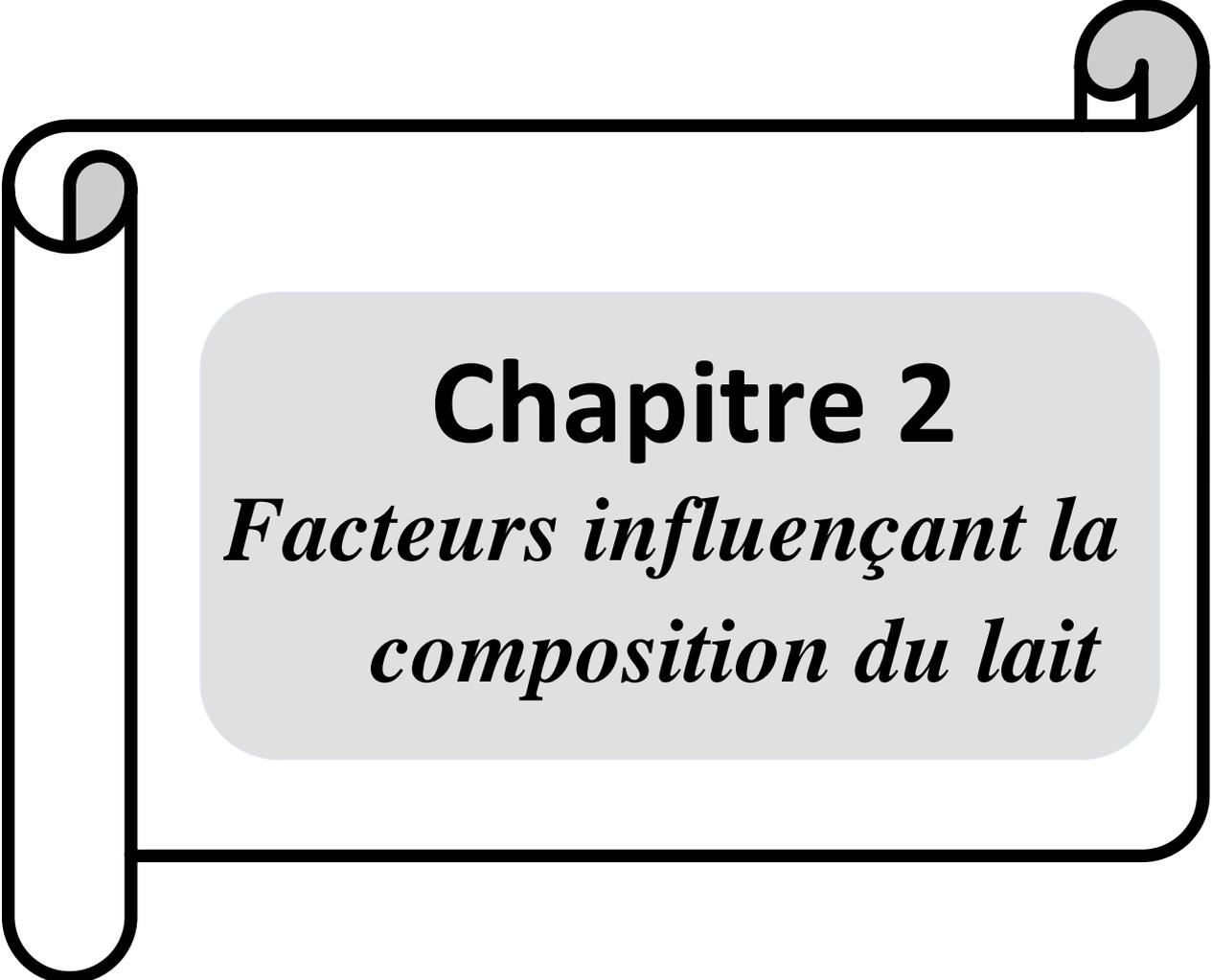
Le froid arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes. Il prolonge ainsi la durée de vie de lait en limitant leur altération. Néanmoins, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable [1].

6.2.1. La réfrigération

Cette technique consiste à abaisser la température pour prolonger la durée de conservation de lait. À l'état réfrigéré, les cellules des tissus animaux et végétaux restent en vie pendant un temps plus ou moins long, et les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis. La température des aliments réfrigérés est comprise entre 0° C et + 4° C pour les denrées périssables les plus sensibles [1].

6.2.2. La congélation

La congélation permet d'abaisser la température de lait de façon à faire passer à l'état solide l'eau qu'elle contient. Cette cristallisation de l'eau contenue dans la denrée permet de réduire l'eau disponible pour des réactions biologiques et donc de ralentir ou d'arrêter l'activité microbienne et enzymatique [1].



Chapitre 2

*Facteurs influençant la
composition du lait*

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Plusieurs facteurs sont à l'origine des variations de la composition du lait. Des facteurs liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) et des facteurs extrinsèques (la conduite d'élevage, saison, climat, alimentation, hygiène, traite...).

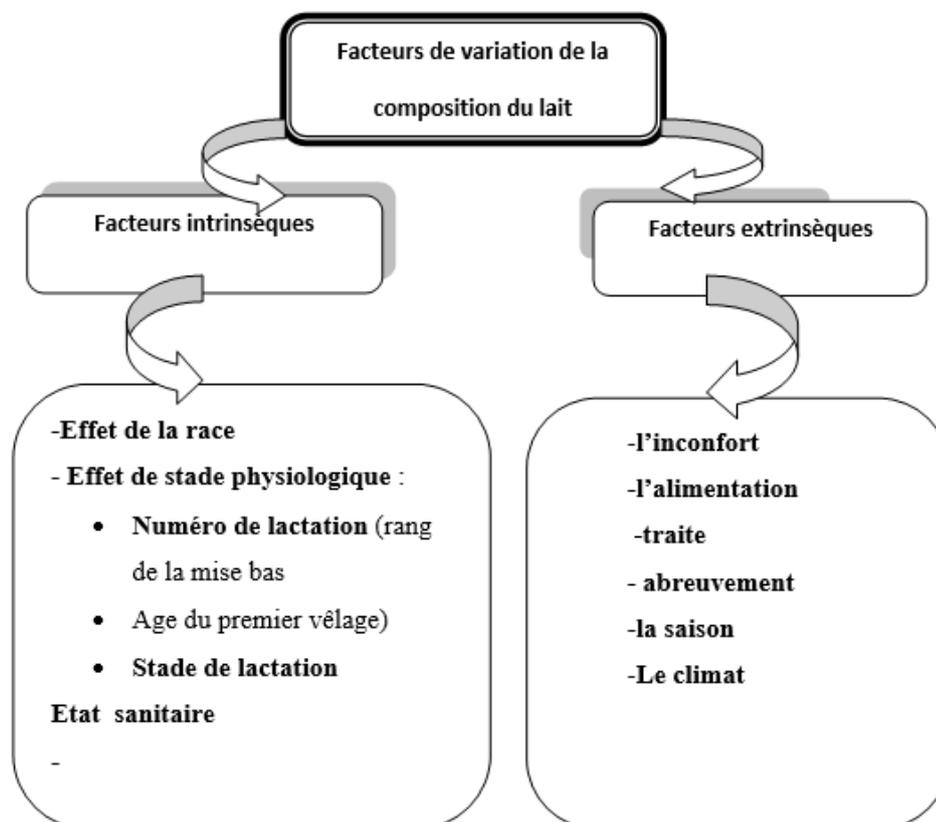


Figure 02 : facteur de variation de la composition de lait.

1. Les facteurs liés à l'animal :

Ce sont des facteurs intrinsèques, ils sont représentés par la sélection génétique de la vache laitière, son stade physiologique (l'âge du premier vêlage, stade de lactation, état de gestation...)

1.1. Effet de la race:

La sélection exclusive sur le volume de production entrainerait une régression de certains constituants de lait ; taux butyreux et taux protéiques. Réciproquement, une sélection exclusive sur la qualité de lait diminuerait le volume de protéine. Il convient donc de disposer d'indices de sélection qui permettent de préserver une certaine progression de la productivité tout en améliorant la qualité (**Roger, 1998**).

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Selon la **FAO (1995)**, il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et sur tout dans le taux de matières grasses.

Généralement, les races laitières fortes productrices produisent un lait de plus faible taux en matière grasse et protéique et donc, le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pour quoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée (**Srairi et al., 2005**).

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écart sobtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global.

D'après **Jouzier et al., (1975)** les laits de vaches Frissonnes sont moins riche en matière grasse et en protéines que ceux des vaches Anglo-normandes. Les jersiaises fournissent un lait riche qui rappelle celui des vaches zébus de l'Inde.

La génétique explique une grande part des variations de taux butyreux, et l'on observe des écarts importants aussi bien à l'intérieur d'une race qu'entre les races. Ainsi, le lait des vaches de la race **Normande** est plus riche que le lait des **Prim Holstein** ; alors que les races **Jersey** et **Guernesey** se distinguent par des laits très riches en MG. Le lait de la race Montbéliarde possède la particularité d'avoir un taux protéique élevé et un faible TB, tandis que les laits produits par les vaches des races **Holstein** et **Ayrshire** sont relativement plus dilués (**FAO, 1998**).

Tableau 07 : Production laitière quotidienne moyenne ,taux butyreux et protéique moyen par race. (**Coulon et al. 1998**)

Caractères Races	Productionlaitière(kg /jour)	Taux butyreux (g/l)	Tauxprotéique (g/l)
Montbéliarde	20,0	38,6	34,1
Holstein	30,5	40,7	33,3
Guernesey	12,0	46,0	36,0
Ayrshire	28,0	39,0	33,0

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Jersey	11,0	48,0	38,0
Pierougedesplaines	23,0	41,3	34,4
BrunedesAlpes	24,0	39,3	34,5
Normande	20,5	43,4	35,4
Abondance	19,0	37,4	34,3
Tarentaise	15,0	36,1	33,7
Bleudunord	17,5	36,5	32,3

1.2. Effet de stade physiologique :

1-2-2. Numéro de lactation (rang de la mise bas)

Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. Ils ont observé une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/kg) de 1% et du taux protéique de 0.6%.

Le TB décroît lentement mais régulièrement dès la 2^{ème} lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième ; alors que le TP est plus faible chez les primipares et plus élevé chez les vache en seconde lactation avec en suite une diminution progressive avec le nombre de lactation et une chute de 0,4% après cinq lactations (**Head, 1993**).

Les principaux composants évoluent selon la courbe de la lactation, cette évolution permet le passage du colostrum au lait proprement dit. Au vêlage la vache secrète du colostrum, ce dernier est très différent du lait du point de vue physique et chimique, il est plus visqueux, plus acide, et plus coloré (**Poirier, 1976**).

Les premières traites après le vêlage, la TP du lait est très élevée, ensuite la teneur diminue rapidement au cours des cinq premiers jours de lactation, puis plus lentement par la suite jusqu'à l'atteinte d'un minimum entre la cinquième et la dixième semaine après le vêlage, Aussi, le TP est généralement plus faible chez les vaches primipares que chez les multipares (**Pacheco, 2016**).

1-2-1. Age du premier vêlage:

Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi il a une richesse

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Mahieu, 1985**).

L'âge des animaux influe sur l'aptitude laitière, la production lactée atteint son maximum qu'au bout de plusieurs lactations. La sécrétion lactée ne diminue sensiblement qu'à un âge avancé, l'âge moyen des vaches laitières étant assez bas (**Kolb, 1975**).

Selon **Craplet C et Thibier (1973)** l'âge du premier vêlage est associé au poids corporel qui doit être d'environ 60 à 70% du poids adulte. Le fait de diminuer le poids de la vache laitière au vêlage entraîne la diminution de la production laitière en première lactation. (**Wolter, 1997**).

1-2-3. Stade de lactation

La composition du lait en minéraux varie avec les stades de lactation, après une diminution brutale pendant les premiers jours suivant le vêlage, les teneurs en calcium et en phosphore du lait diminuent légèrement jusqu'à mi-lactation, puis restent stables et augmentent à nouveau en fin de lactation. L'écart extrême ne dépasse pas 15%. En revanche, les teneurs en potassium (K) et en sodium (Na) subissent des variations importantes et en sens inverse, de 1,7 à 1,3g/l pour K et de 0,4 à 0,6g/l pour Na (**Croguennec et al., 2008**).

Le lait représente une réponse physiologique à la mise au monde d'un jeune mammifère, il correspond à une alimentation parfaitement adaptée aux besoins du nouveau-né (**Cayot et Lorient, 1998**).

Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**Meyer et Denis, 1999**).

1-3. Etat sanitaire:

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (**Badinand, 1994**).

Tout problème sanitaire perturbe la composition du lait : parasitisme interne, maladies infectieuses, maladies métaboliques mais surtout mammites (**Paradal, 2012**).

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Le lait bovin provenant des mamelles atteintes des troubles sécrétoires présente d'importantes altérations dans sa composition chimique ,Ces changements sont les conséquences d'une série d'incidents provoqués par l'invasion et la croissance de bactéries pathogènes dans la mamelle .Parmi ces incidents ,il convient de mentionner l'entrée de leucocytes polymorfo nucléaires dans la glande mammaire et dans le lait et la destruction de cellules et de structures tissulaires. Cela conduit à une capacité réduite de synthèse et à une diffusion accrue des anget de composés cellulaires dans le lait (**Schultz, 1977**).

Selon **Pougheon (2001)**, le TB diminue généralement de 5 à 9%, mais c'est surtout la composition de la fraction lipidique qui est modifiée.

2. Les facteurs liés à l'environnement

L'environnement dans lequel vit l'animal est défini comme étant un ensemble des facteurs qui influencent l'expression d'un caractère donnée ; ces facteurs sont liées à la conduite d'élevage (alimentation, mode de traite, abreuvement...)et à la saison.

2-1.les facteurs liés à la conduite d'élevage

2-1-1.Effet de l'inconfort :

L'inconfort de l'animal peut être à l'origine de plusieurs maux. C'est pourquoi il est important de bien identifier les sources de l'inconfort qui sont donc liées à l'ambiance (ventilation, bruit etc.) aux attitudes (douceur, brusqueries etc.) et au logement (stalles ou logettes de mauvaises dimensions etc.) (**Meyer et al., 1999**).

2-1-2.Effet de l'alimentation :

L'alimentation l'un des facteurs déterminants qui peuvent influencer fortement la composition du lait (composition chimique et fibrosité de la ration, taille des particules proportion de concentrés, nature des fourrages et concentrés ,etc...) (**sauvant et al., 1994; Sauvnt et al., 1997; Sauvnt et mertens, 2005**). Elle semble généralement représenter le premier facteur limitant pour la production laitière, donc il est primordial de satisfaire les exigences des vaches en alimentation soit en quantité, soit en qualité (**Armstrong,2003**). L'éleveur doit faire attention à l'alimentation de ses animaux sur tout pendant la période de tarissement et la période de lactation, qui sont les deux périodes consécutives pendant lesquelles les besoins sont très opposés (**Wolter, 1994**).

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Avec le même type d'alimentation, il existe des variations interindividuelles de la composition en acides gras du lait (**Soyeurt et al., 2008**). La qualité nutritionnelle du lait évolue très nettement selon l'alimentation des femelles laitières, principalement au niveau de la teneur en matière grasses et de leur composition en acides gras et en vitamines liposolubles.

Les fourrages, principale source de fibres pour les ruminants, sont importants pour le maintien d'un taux butyreux élevé du lait. Ils contribuent à l'augmentation des acides gras dans le lait, en raison de l'action des micro-organismes du rumen qui fermentent la cellulose et l'hémicellulose alimentaires en acétate et butyrate, précurseurs de la synthèse des matières grasses du lait (**Sutton, 1989**).

L'apport de concentré dans la ration des vaches laitières au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait. L'apport massif de concentré constitue un facteur stabilisant du taux protéique (**Srairi, 2004 ; Srairi et al., 2005**). L'herbe jeune de printemps, qui est riche en sucres solubles, peut occasionner des diminutions de TB par accroissement du taux sanguin de propionate (**Wolter, 1994**).

En effet, selon **Coulon et Hoden (1991)**, le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

La teneur en protéines varie moins que la teneur en matières grasses et se trouve plus difficilement modifiée par le régime alimentaire. À l'inverse des facteurs environnementaux qui tendent à avoir des effets semblables sur les taux de matières grasses et de protéines, la plupart des facteurs alimentaires ont des effets inverses sur les taux de matières grasses et protéines, c'est-à-dire que l'accroissement de la teneur en matières grasses entraîne une diminution de la teneur en protéines et vice versa (**Coulon et Hoden, 1991**).

Selon **Meyer et Denis (1999)** les sous-alimentations énergétiques même de courte durée en début de lactation provoquent une baisse de la production laitière et une augmentation de TB. Il y'aura une augmentation de la proportion des acides gras à longue chaînes au dépend des acides gras à courtes chaînes, ceci dû à une mobilisation des réserves corporelle lipidiques.

La quantité ainsi que le type de glucides ingérés par l'animal influencent la teneur en matière grasse et protéique du lait. A forts taux de concentré (+ de 50%), ce sont les céréales

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

qui entraînent des chutes plus importantes du taux butyreux (**Araba, 2006**).

Wolter (1994), montre qu'en période de tarissement, la suralimentation a un effet important sur la production et la composition du lait de lactation suivante, elle peut en entraîner l'engraissement des vaches et un certain excès de volume du fœtus, il en résulte des risques accrus de difficultés au vêlage. Ces vaches manquent d'appétit après le vêlage et sont plus sujettes à l'acétonémie, à la torsion d'estomac et à l'œdème du pic. Ces vaches sont plus sensibles aux infections bactériennes telles que la mammite

2-1-3. La traite

Selon **Labussiere et al., (1976)** la traite est un ensemble des manipulations qui consistent avant la pose des gobelets, à laver la mamelle avec un linge humide et chaud et à extraire quelques jets de lait de chacun des trayons.

Le logement n'intervient pas directement sur les taux mais de bonnes conditions de logement sont indispensables afin d'assurer une hygiène de la traite et de la mamelle satisfaisante (**Paradal, 2012**).

La multiplication des traites augmente la teneur en matière grasse. Dans la pratique on se limite à deux traites quotidiennes, trois, quelquefois, quatre pour les animaux exceptionnels. Lorsqu'on traite deux fois par jour, le lait de matin est, généralement, moins gras, s'il y a trois traites, c'est celle du midi qui apporte le plus de beurre (**Jaquet et al, 1961**).

Le nombre de traite par jour influence la composition du lait. La récolte fréquente du lait empêche l'augmentation de la pression interne de la glande mammaire. En conséquence, passer de deux à trois traites par jour, peut augmenter la production de 10 à 20% sans modifier la composition du lait (**Watteiaux, 2007**). Par contre, la réduction du nombre de traite à une seule fois, provoque une diminution de la production laitière associée à un lait plus riche en protéines et en matières grasses. (**Lollivier et al.2002**).

2.1.4. Effet de l'abreuvement:

Selon **Holter, (2003)** L'animal perd son eau corporelle par plusieurs voies, la transpiration et la production lactée qui demeure la voie majeure pour les vaches laitières. Le lait contient approximativement 87% d'eau. Si bien qu'une vache consommera quotidiennement environ quatre fois sa production laitière.

Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

Ainsi, une vache produisant 30Kg de lait a besoin d'environ 102 litres d'eau par jour. De plus, elle absorbera de 60 à 80% de cette eau dans les mêmes périodes suivantes la traite tout s'alimentant **Dubreul, 2003**).

Selon **Meyer et al., (1999)** la quantité d'eau consommée par la vache laitière dépend de la ration ingérée et les conditions climatiques (la chaleur et le froid)

Les mêmes auteurs montrent que l'eau froide consommée en grande quantité, peut refroidir la panse et gêner les fermentations ruminales, productrices des acides gras volatiles pouvant provoquer une baisse de production laitière et une baisse de taux butyreux

2-1-5.Effet de la saison :

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge...) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin–juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums, à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise en herbe et à la fin de la période de pâturage.

A partir des travaux réalisés par **Spike et Freeman en (1967)**, il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre.

Une teneur en matières grasses minimale à fin du printemps et maximale en automne. Une teneur en calcium minimale en été et maximale au printemps (**Keiling et Wilde, 1985**).

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée de jour. En effet, les jours longs ont été démontrés comme ayant des effets stimulants pendant la lactation, mais ils limitent le contenu en MG. Au contraire, les jours courts, lorsqu'ils sont impliqués pendant la lactation, ont un effet négatif sur la production quantitative du lait, mais ils accroissent les contenus en protéines et en matière grasse. (**Dahl et Petit , 2003**).

La variation saisonnière et photopériodique de la composition du lait concerne aussi la teneur en vitamines. Ainsi, la production estivale offre un lait plus riche en vitamines qu'un lait d'hiver (pendant l'hiver). (**Pougheon, 2001**).

2-1-6.Le climat

Les facteurs climatiques comme la température, les radiations solaires, l'humidité relative et leurs interactions sont considérés comme des facteurs limitant des performances d'élevage.

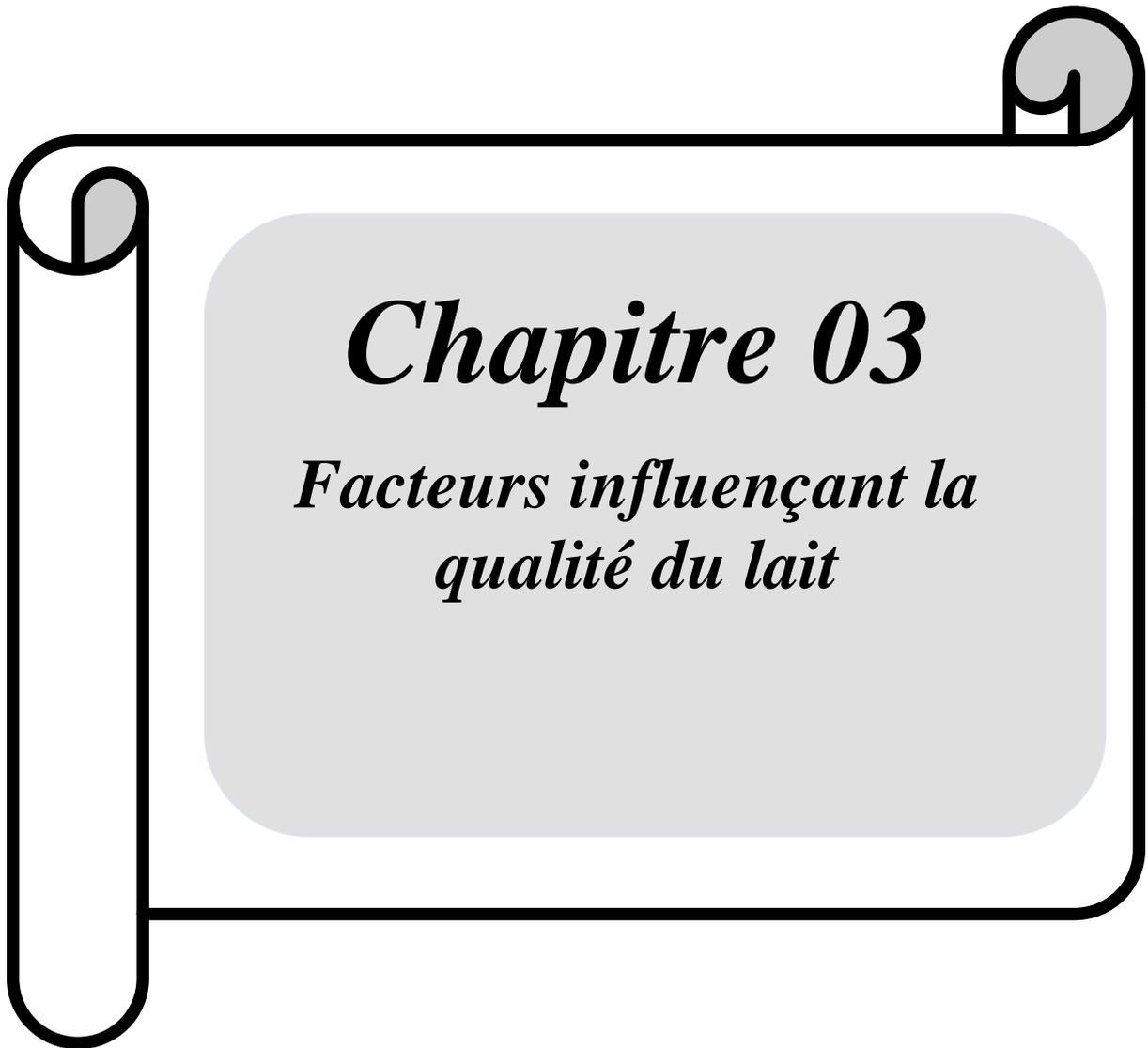
Chapitre 2 Facteurs influençant la composition du lait

En effet, le TP du lait varie considérablement suivant la saison de production. Ces variations saisonnières entraînent des écarts de taux pouvant aller jusqu'au moins 2g/l (**Durand, 2001**).

La quantité de lait produite et sa composition restent constantes dans un intervalle de température comprise entre 5°C et 27°C, Cependant cette production diminue si la température augmente ou inversement (**Goursaud 1985**)

Selon **Dubreuil (2000)**, La température idéale pour la production laitière oscille au tour de 10°C. A des températures de 20 à 30°C, la production laitière diminue respectivement de 5% et 25%, l'ensoleillement a pour effet l'augmentation de la température ambiante d'une marge de 20°C, cela incommodent d'autant les animaux et leur production diminue

Un animal exposé au froid règle sa thermo résistance en consommant davantage d'aliment disponible, sinon, il utilise les nutriments au détriment de la production du lait, voire en épuisant dans ses réserves corporelles, de ce fait, la production laitière diminue avec la diminution de la température, tandis que le TB et le TP augmentent. (**Durand, 2001**).



Chapitre 03

Facteurs influençant la qualité du lait

1. Définition de la qualité

L'Agence Française de Normalisation (**AFNOR**) définit la qualité comme étant l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs. L'**ISO** a mis une définition plus complète, ainsi au sens

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

de la norme **ISO 8402** : «la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés (organoleptiques) ou implicites de tous les utilisateurs.

La qualité nutritionnelle d'un aliment s'apprécie par rapport à des recommandations nationales ou internationales.

Le contrôle de la qualité peut être utilisé dans le sens de vérification ou dans celui de maîtrise. Il consiste à mesurer une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et à comparer les résultats obtenus à des spécifications préétablies (**Lehir, 2001**).

2. Différents aspects de qualité du lait :

2.1. Qualité organoleptique du lait :

Le lait présente des intérêts nutritionnels spécifiques. Les matières protéiques sont hautement digestibles (>95%) et leur composition en acides aminés indispensables est en adéquation avec les besoins de l'homme.

Le lait est d'autre part une source très significative de minéraux indispensables à la vie, il procure en particulier du calcium, du phosphore et du magnésium, qui sont les trois principaux constituants minéraux des os.

Le lait du fait de sa qualité nutritionnelle, organoleptique et spécifique est recommandé à tous les âges correspondants aux besoins différents de l'homme.

La qualité organoleptique du lait englobe les caractéristiques : couleur, odeur, saveur et flaveur (**Fredot, 2005**).

2.1.1 La couleur:

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues de matières grasses, de protéines et de certains minéraux, la couleur varie du blanc au jaune en fonction de la coloration (teneur en carotène) de la matière grasse (**Gosta, 1995**). (La vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**Fredot, 2005**).

2.1.2 L'odeur:

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

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

2.1.3 La saveur:

Elle est douçâtre, légèrement sucrée en raison de la richesse du lait en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose (**Ndiaye., 1991et Sina., 1992**).

La saveur du lait normale frais est agréable. Celle du lait acide est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extramammaire (**Thieulin et al., 1967**). Le goût sucré (doux) du lactose est équilibré par le goût salé des chlorures et tous les deux sont modérés par des protéines (**Kebchaoui, 2013**).

2.1.4 La flaveur

Résulte d'un équilibre subtile entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc. En interaction avec une matière lipidique et protéique (**Vierling,1998**).

2.1.5 La viscosité:

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes (**Rheotest, 2010**). La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

2.2 Qualités microbiologiques :

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (**Gosta, 1995**).

D'après **Pradal (2012)**, on trouve dans la flore microbienne du lait deux types des germes:

- ✓ Les germes utiles qui sont les bactéries lactiques, qui ont un rôle dans la transformation du lactose de lait en acide lactique et par conséquent son acidification ; et les levures et moisissures qui jouent un rôle très important lors de l'affinage du fromage.
- ✓ Les germes indésirables ou les germes d'altération (spores butyrique, coliforme, pseudomonas...)
- ✓ Les germes pathogènes (staphylococcus aureus, E.coli, listeria monocytogenès salmonella spp...) Ce qui demande une vigilance sur la qualité microbiologique du lait.

2.2.1. La flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Tableau 08 : Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002)

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

2.2.2. La flore de contamination

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

2-2.3. La flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération ; les coliformes, et certains levures et moisissures (**Essalhi, 2002**).

2.2.3.1. Les coliformes

En microbiologie alimentaire, on appelle <coliformes> les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique. (**Guiraud, 2003**).

2.2.3.2. Les levures

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Le genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capable de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (**FAO, 2007**). Les levures associées au lait sont les espèces suivantes : *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candia kefir*, (**Bourgeois et al.,1988**)

2.2.3.3. Les moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques. Ce sont des eucaryotes hétérotrophes, ils sont obligés de prélever le carbone et l'azote nutritifs de la matière grasse, le sucre et les protéines. D'une façon générale, les aliments sont des substrats très favorables à leur développement, ces germes peuvent y causer des dégradations par défaut d'apparence, mauvais goût, ou plus gravement production de mycotoxines (**Cahagnier, 1998**).

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

2.2.4. La flore pathogène

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'Homme (**Brisabois et al., 1997**). Parmi ces germes :

2.2.4.1 Bactéries infectieuses

Qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc

2.2.4.2 Les principaux micro-organismes infectieux

2.2.4.2.1 Salmonelles

Ces entérobactéries lactose-, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'Homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C.

Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de Ph de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (**Jay, 2000 et Guy, 2006**).

2.2.4.2.2 Listeria

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous la forme de petits bacilles de forme régulière arrondis aux extrémités et ne formant ni capsule ni spore. Elles sont à Gram positif (**Seelinger et Jones, 1986**).

Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température optimale : 30°C- 37°C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6. Elles sont mobiles grâce à des flagelles péritriche (**Lovett, 1989**).

2.2. 4.2.3 Bactéries toxinogènes

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

Qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de l'intoxication du consommateur.

Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, telle que la pasteurisation et même la stérilisation (**Lamontagne et al., 2002**).

Figure3 : Les différentes bactéries infectieuses (**Prescott et al., 2010**).



2.2.4.4 Les principaux micro-organismes toxinogènes :

2.2.4.4.1 Staphylocoques

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococacae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 μm de diamètre, non sporulés et immobiles. (**Leyral et Vierling, 2007**).

2.2.4.4.2 Les clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bâtonnets sporulés, mobiles, Gram+ anaérobies stricts, présentent généralement dans le sol et l'eau, mais aussi dans le tube digestif Humain et animal, le pouvoir pathogène est dû à la synthèse des toxines (**Lamontagne et al., 1996**).

2.3 Qualité technologique

Qualité technologique de lait comprend aussi la composition du lait et le niveau de flores microbiennes susceptibles de se développer au cours de la fabrication et ou l'affinage. D'après **Delteil (2012)**, le lait est un produit de l'élevage dont une grande partie est transformée par les industries alimentaires ; fromages, yaourts, desserts lactés divers ou boissons aromatisées au chocolat, aux fruits, etc.

2.4 La qualité hygiénique du lait

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

Cette qualité est évidemment importante en termes de santé du consommateur et de respect de la réglementation, mais, également pour les contraintes technologiques dont les besoins sont différents en fonction du produit final. Le fabricant de lait de consommation recherche un lait biologiquement stable alors que le fromage a besoin d'enzymes nécessaires dans sa préparation, (Gillis., 1996).

Les germes pathogènes du lait sont partiellement détruits par son chauffage avant la fabrication (thermisation ou pasteurisation) ou par le chauffage du lait caillé en cours de fabrication (pâte cuite)

2.4.1. Origine de la contamination

2.4.1.1. Contamination par les manipulateurs

La contamination peut provenir aussi bien des personnes saines que malades ou guéries (porteurs sains).

Les contaminations par manipulation sont d'abord des contaminations de contact, essentiellement au niveau des mains. Le manque d'hygiène peut entraîner la présence sur la peau de bactéries intestinales (contamination fécale : *Salmonella*). Des contaminations par aérosols (toux, éternuement, mais tout simplement aussi respiration). Par ailleurs, la contamination peut être liée aux vêtements (Guiraud, 2012).

2.4.1.2. Contamination par l'eau

L'eau utilisée au cours des opérations de production primaire devrait être salubre pour son utilisation prévue et ne devrait présenter aucun danger de contamination du lait (Contamination par les manipulateurs (FAO et OMS, 2011).

2-4-1.3. Contamination à partir des équipements

Elle est souvent caractérisée par la formation des biofilms laitiers qui sont dominés par différentes bactéries. La formation de ces biofilms sur les équipements peut entraîner des graves problèmes d'hygiène et de pertes économiques dues à la détérioration des aliments. Les micro-organismes dans les biofilms catalysent les réactions chimiques et biologiques provoquant la corrosion des métaux dans les tuyauteries et les réservoirs et ils peuvent réduire l'efficacité de transfert de chaleur (Simoes *et al.*, 2010).

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

2-4-1.4. Contamination par la poudre

Le lait en poudre est un produit microbiologiquement stable, avec une activité de l'eau de 0,3-0,4, ce qui est trop faible pour favoriser la croissance des microorganismes. Cependant, après avoir été reconstitué, le lait en poudre est susceptible de se détériorer comme le lait pasteurisé. À condition que le lait en poudre soit protégé de la contamination par l'humidité avant utilisation, le nombre de micro-organismes présents diminue généralement pendant le stockage, bien que le nombre des pores puisse rester constant (**Augustinet al., 2003**).

3. Contrôle de la qualité du lait

Les résultats des analyses de qualité qui dépassent les normes en vigueur entraînent des pénalités et peuvent conduire au refus du lait.

Avant de ramasser le lait dans le bassin refroidisseur, le camionneur en vérifie la température, l'apparence et l'odeur. Il prélève un échantillon servant aux analyses de contrôle de la qualité. Un autre échantillon de lait est prélevé pour analyser sa composition en protéines, en lactose, en minéraux et en matière grasse (**Anonyme, 2019**).

3.1. But de Contrôle la qualité du lait :

Le contrôle ne constitue pas par lui-même une opération qui crée la qualité, mais il est une source d'information indispensable à la gestion de la qualité. Le contrôle final juge de la conformité du produit aux objectives qualités préalablement définies (**Scriban , 1999**).

3.2. Contrôle microbiologique

Les contrôles microbiologiques doivent permettre de garantir une bonne qualité hygiénique et marchande du produit fabriqué. De plus, les contrôles doivent permettre de minimiser les pertes dues à de mauvaises conditions de fabrication et en fin un bon rendement (**Bryskier , 1999**).

Selon **Joffen , (2000)** L'analyse microbiologique des aliments répond à deux nécessités:

- ✓ **L'expertise** : elle permet de déterminer si un aliment est responsable d'une intoxication et comment cette dernière peut arriver.
- ✓ **La prévention** : elle permet de tester un aliment pour savoir s'il est consommable du point de vue microbiologique.

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

3.3. Contrôle Physico-chimique

Le contrôle physicochimique est réalisé en mesurant les différents paramètres (température, humidité, teneur en matière grasse, pH...). Il a l'avantage de maîtriser les procédés de fabrications.

Selon **Albert et al., (1971)**, le contrôle physico-chimique aura pour rôle de vérifier la structure de la molécule et d'établir ses propriétés physiques et chimiques. Il a pour but de vérifier que dans un produit il y a bien la substance annoncée (analyses qualitatives, réaction d'identification les plus sélectives possibles). Il faudra aussi s'assurer qu'elle est bien présentée en quantité conforme à celle annoncée.

4. Maîtrise de la qualité

Elle concerne les techniques et activités à caractères opérationnel utilisées en vue de répondre aux exigences relatives à la qualité (**ISO 8402**). Il est impératif de respecter les aspects réglementaires, en vue de garantir les prescriptions fondamentales en matière notamment de santé, sécurité, loyauté, et transactions...etc. La maîtrise de la qualité consiste principalement en la mise en place de contrôles et d'autocontrôle en cours de fabrication pour vérifier la bonne correspondance du produit ou du procédé de fabrication aux exigences spécifiées telles que les normes, le cahier de charges ou la réglementation (**Flaconnet et al, 1994**).

5. Assurance qualité

A la différence du contrôle qualité qui est un simple constat de conformité ou de non-conformité lors d'une inspection, l'assurance qualité est « un ensemble d'action préétablies et systématiques permettant de s'assurer qu'un produit ou qu'un service satisfera aux exigences exprimées » (**norme ISO 8402**).

C'est donc une méthodologie évolutive dont l'application est vérifiée au cours d'audits, en quelques mots mettre un site de production sous assurance qualité c'est :

- ✓ Ecrire ou décrire les actions qui doivent être faites ;
- ✓ Faire les actions qu'on a écrites
- ✓ Vérifier que l'on a bien fait les actions, que l'on a écrit et enfin conserver des traces écrites des actions faites et des contrôles de ces actions (**Flaconnet et al, 1994**).

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

6. Système qualité

C'est l'ensemble de l'organisation, des procédures, des processus et des moyens nécessaires pour la mise en œuvre du système de management de la qualité.

Le système qualité d'un organisme est conçu essentiellement pour satisfaire les besoins internes de management de l'organisme. Il va au-delà des exigences d'un client particulier qui n'évalue que la partie du système qualité qui le concerne (Gillis, 2006).

7. Management qualité

D'après Levrey, (2002) toute entreprise, quelle que soit son activité, doit répondre et s'adapter au contexte économique dans lequel elle évolue. Certes, elle doit répondre aux prescriptions réglementaires, mais elle ne peut ignorer les exigences de ses partenaires économiques pour autant.

Dans ce contexte, il conviendra, pour un exploitant du secteur alimentaire, de gagner et de garder la confiance de ses clients, tout en améliorant sa rentabilité.

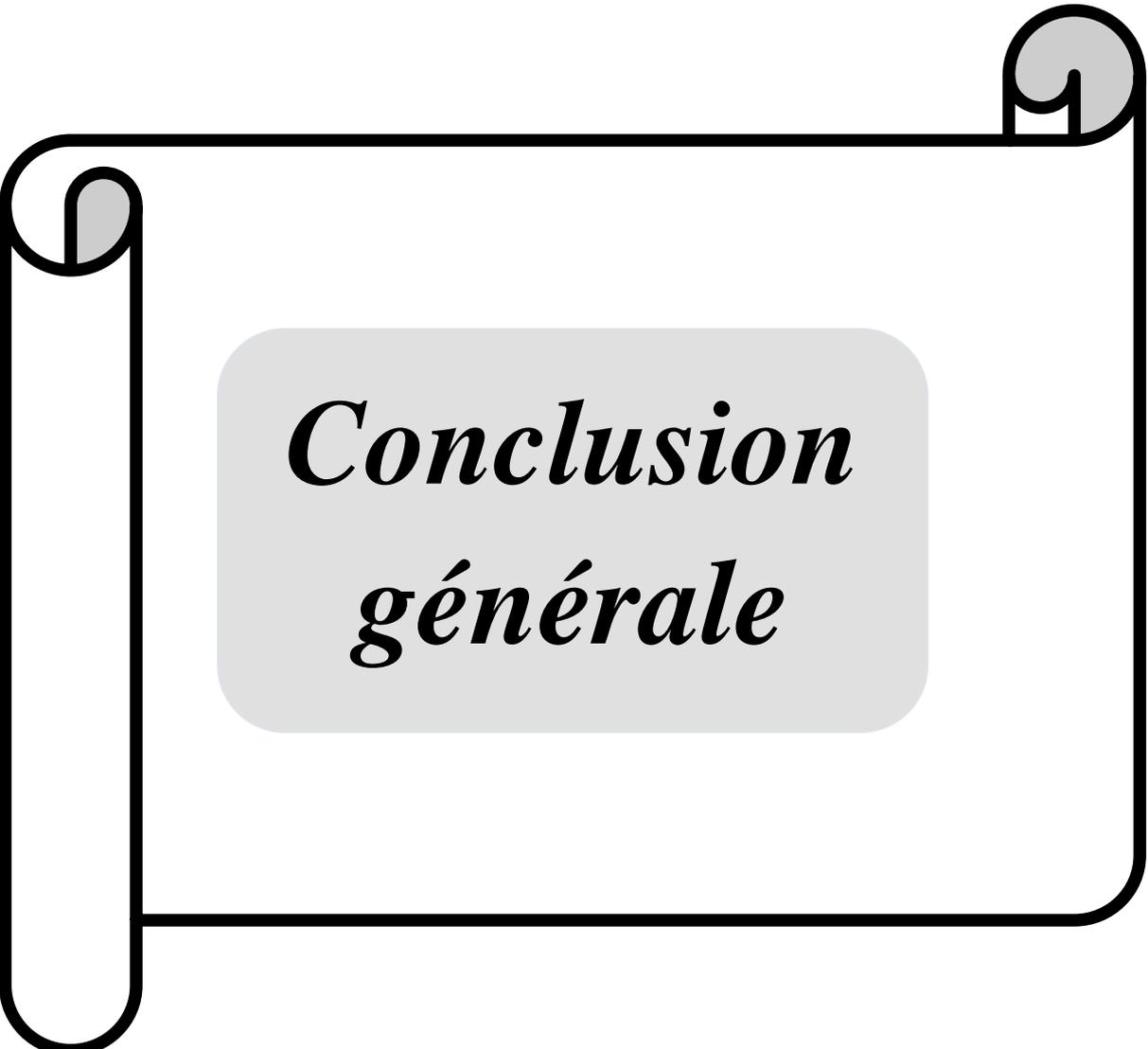
La réalisation de ces objectifs dépasse largement le seul stade de la fabrication proprement dite d'un produit. Ces performances ne peuvent être atteintes que par la mise en œuvre d'une organisation et d'une gestion performante de l'ensemble des activités internes de l'entreprise, qu'on appelle aujourd'hui «un système de management de la qualité».

Tableau 09 : Dangers liés à la consommation du lait de vache (Pujol Duouy., 2004).

Dangers liés à la consommation du lait		
dangers chimiques	dangers chimiques	dangers chimiques
présence de résidus de médicaments (anibiotiques, antiseptiques, pesticides,...), métaux lourds), dioxines et furanes.	présence de résidus de médicaments (anibiotiques, antiseptiques, pesticides,...), métaux lourds), dioxines et furanes.	présence de résidus de médicaments (anibiotiques, antiseptiques, pesticides,...), métaux lourds), dioxines et furanes.

Chapitre 3 Facteurs influençant la qualité du lait

Selon *l'article 03 du règlement (CE) n° 178/2002 du parlement européen et du conseil du 28janvier2002*:un danger est défini comme étant tout agent biologique, chimique ou physique présent dans les denrées alimentaires ou les aliments pour animaux, ou un état de ces denrées alimentaires ou aliments pour animaux, pouvant avoir un effet néfaste sur la santé.



*Conclusion
générale*

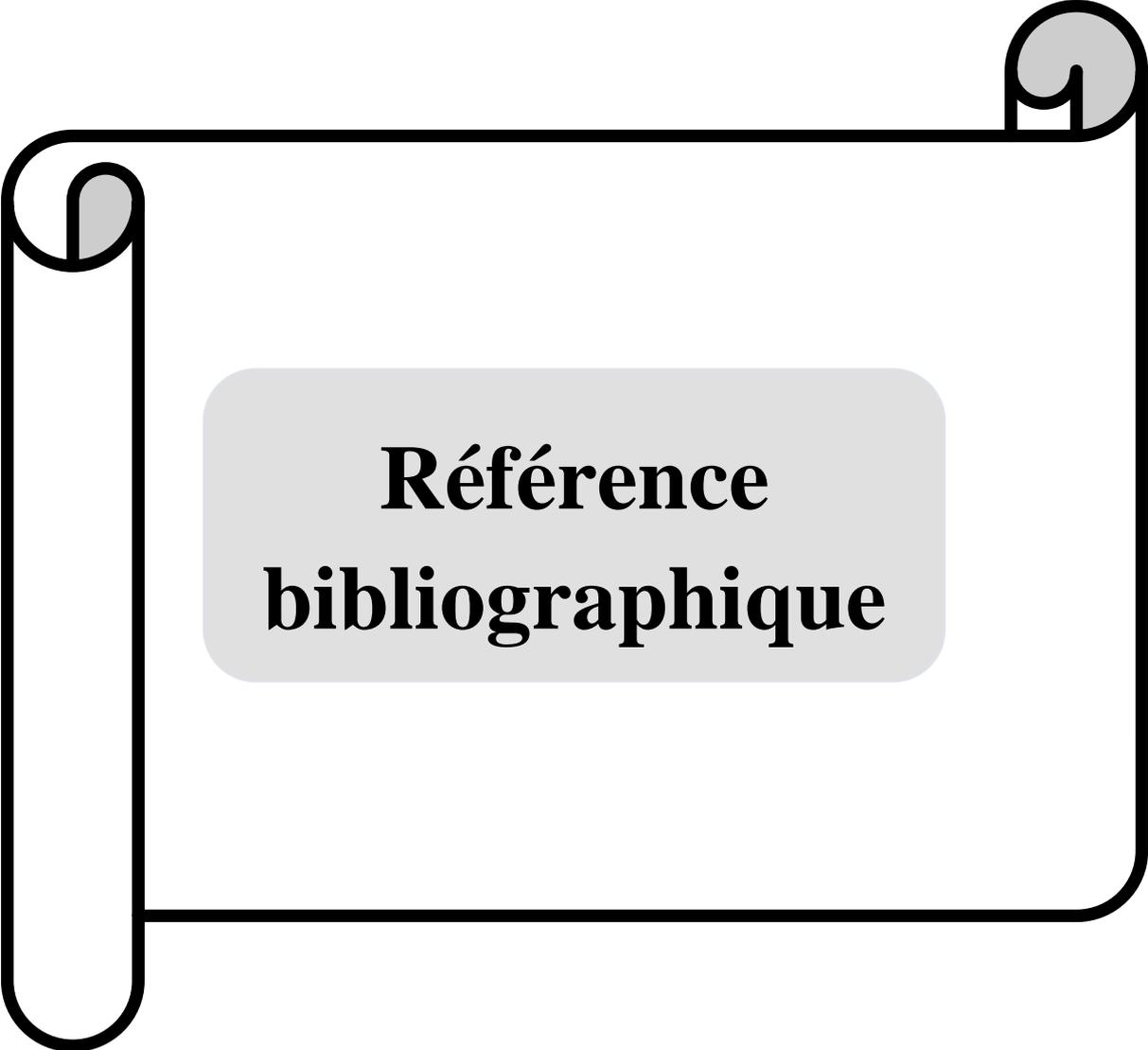
Conclusion générale

Vue la place stratégique, qu'occupe le lait dans l'alimentation humaine. Il est important de connaître les facteurs qui interviennent dans sa composition et sa qualité. Il s'agit des facteurs liés à l'animal (facteurs intrinsèques) tels que, la race, l'état sanitaire de l'animal, le stade physiologique de l'animal, ...etc. Ils agissent considérablement sur la composition et la qualité du lait. A titre d'exemple, les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques. Le parasitisme interne et les maladies infectieuses peuvent induire à une modification dans la composition chimique du lait

Les autres facteurs qui peuvent intervenir sont liés à l'environnement de l'animal (facteurs extrinsèques), tel que les conditions d'élevage, le climat, la saison, l'alimentation...etc. Comme par exemple, une vache nourrie avec une alimentation équilibrée et riche en nutriments produit un lait de haute valeur nutritionnelle. Un animal qui vit dans des conditions d'élevage médiocres produit un lait de mauvaise qualité.

Ainsi que les pratiques de traitement et de manipulation inadéquates du lait qui peuvent entraîner une contamination microbienne et une détérioration de la qualité du lait.

Afin de garantir la production d'un lait sain et de haute qualité nutritionnelle. Il est important de tenir compte de ces facteurs, tel que fournir une alimentation riche et équilibrée aux vaches, de surveiller la santé et le bien-être de l'animal, et de maintenir une hygiène élevée lors du traitement et de la manipulation du lait.



**Référence
bibliographique**

A

Aboutayb R. (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.

Aboutayeb R. (2011). Technologie du lait et dérivés laitiers. Composition, physico Chimie et microbiologie du lait, <http://www.azaquar.com>.

Alais C. (1984). Sciences du lait. Principes de techniques laitières. Tom 1, Edt Publicité France, 3^{ème} édition.

Alais C., Linden G., Miclo L. 2008. Biochimie alimentaire, Dunod 6^{ème} édition. Paris. Pp : 86-88

AlbertL., CœurA., Lespagnol C., Lesieur D., (1974). Chimie des médicaments. Tome 1. 1^{ère} édition. Maloine. Paris.

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L. Science et technologie du lait - transformation du lait, École polytechnique de Montréal, 600 p.

Amstrong D.V. 2003. Heat Stress Interaction With Shade and Cooling. J. Dairy Sci. 77.p.2044-2050

Anonyme. (2019). les producteurs de lait de québec ,la qualité de lait des vaches en santé pour un lait de qualité .

Araba A., 2006. Conduite alimentaire de la vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.N°136.

Augustin M.A., Clarke P.T., Craven H.M. (2003). Powdered milk: characteristics of milk powders. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. p : 4703-4711

B

Badinand F. 1994. Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét., n°170, 419-427

Blanc B. 1982. Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Lait, Vol (62), 350-395.

Bourgeois C.M., Mesclé J.F.et Zucca J, 1988. Microbiologie Alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments Tome 1. Edition Tec et Doc

Lavoisier, Paris. 32p

Boutonnier J. (2008). Matière grasse laitière Composition, organisation et propriétés. dans techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire (F 6320), Paris.

Boza, J., Sanz Sampelayo, M.R., 1997. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental 10,p.p. 109– 139.

Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., De Buyser ML., Collette C., Garin BB., Thorel MF.1997. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 16 (1), pp 452-471

C

Cahagnier B. 1998. Moisissures des aliments peu hydratés collection Sciences et techniques agroalimentaires. Edition : Tec et doc, Lavoisier, pp 39.

Cayot P et Lorient D. (1998). Structures et techno fonctions des protéines du lait. Tec and Doc Lavoisier, Paris, 53-87 (363 p).

Cheftel JC et Cheftel H, 1996. Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol 1.Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp: 43.

codou, 1997. Codou L.M., 1997.- Etude des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage mémoire de doctorat, université Cheikh AntaDiop –Dakar, Sénégal

Coulon J.B., Hurtaud C., Rémond B., Vérité R., 1998. Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11,p.p. 299 – 310.

Coulon J-B. et Hoden A. (1991). Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 4(5).pp: 361-367

Crapelet c ., Thibier M ., 1973 : la vache laitière reproduction génétique alimentation habitat grandes maladies . Edition Vigot paris. pp : 114-116

Croguennec T. Jeantet R et Brulé G. (2008). Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Paris, Lavoisier, 161p

Cuq JL. (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques. Université de Montpellier. pp: 20-25(119 p).

D

Dahl and Petitclerc, 2003 G.E. Dahl, D. Petitclerc Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health J. Anim. Sci., 81 (Suppl. 3) (2003), pp. 11-17

Debry G., 2001. Lait nutrition et santé. Techniques et documentation Lavoisier, Paris, 566p.

Delteil L. 2012. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. Educagri éditions.290p

Dubreuil L. 2000. Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., **http : www.arg.gouv.qc.ca.**

Dubreuil L. 2003. L'abreuvement des animaux à l'étable. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., **http : www.arg.gouv.qc.ca.**

Durand V. L. 2001. Maitrise de la technique alimentaire de la vache laitière : production laitière ; Site : <http://reneod2.free.fr/cour/lait08,10doc>.

E

Essalhi M, 2002. Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait .Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat .104p

F

F.A.O., 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. N° 28. Rome, 271p.

FAO et OMS. (2011). lait et produits laitiers 2ème édition. Codex alimentarius. 261p.

FAO, 1998. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. pp. 30-40.

FAO, 2007. Lait et produits laitiers. Rome. 1ère édition. Pp. 14

Favier J.C., (1985) Composition du lait de vache-Laits de consommation, <http://www.horizon.documentation.fr>

Fernane-Boumedine, Habiba., (2017). Etude des bactéries thermorésistantes dans le lait. Thèse de doctorat en sciences: sciences de la nature et de la vie : Université Mustapha Stambouli Mascara. Algérie, 127 pages.

Flaconnet et al, (1994). La certification des systèmes d'assurance qualité dans l'agro-alimentaire français, in « La qualité des produits alimentaire : politique, incitations, gestion et contrôle » MULTON J.L, tec et Doc, Ed. Lavoisier 2eme, Paris,P 529 – 552.

Franworth et Mainville. (2010) Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

Fredot E. (2006). Connaissance des aliments : base alimentaires et nutritnelles de la diététique. Ed. Tec & doc. Paris ,613 p.

Fredot, E 2005. Connaissance des aliments:[bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique]: Tec et Doc. 614p.

Frédot,E. 2012. Connaissance des aliments ; bases alimentaire et nutritionnelle de la dietetique . Techniques et documentation Lavoisier ,Paris,609p.

Frey , 2020 <https://olivierfrey.com/agridata-n3-la-production-de-lait-dans-le-monde/>

G

Gaucheron F., (2004) Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).

Ghaoues S .(2011). Evaluation de la qualité psycho-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérie mémoire pour l'obtention du diplôme de magister en science alimentaire, Mentouri Constantine.130P.

Gillis 1996. Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition, ministère de l'économie de l'industrie et de l'emploi. *france 2009.*

Gillis J.C, (2006). Définitions : Qualité – Assurance – Certification, p 853 – 858 in«

Le fromage de la science à l'assurance qualité », coordinateurs : ANDREECK K, GILLIS J.C, Ed. Tec et Doc, Paris, p 891.

Gosta B., (1995). Lait longue conservation in manuel de transformation du lait. Éditions Tétra Packs Processing Systems A.B, Suède.

Gousaud J, 1985 : « Composition et propriété physico-chimique du lait ». Dans : « lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre » (**LUQUET .M**) Tome(1) : les laits de la mamelle à la laiterie, P15, P 3-4, P164, P171 GUIRAUD JP, 1998. Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 651p.

Grappin ,R, Pochet, S.(1999). Le lait

Guiraud J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp : 136-139.

Guiraud, Joseph-Pierre., (2012). Microbiologie alimentaire, © Dunod, Paris. 652 pages. ISBN : 978-2-10-057008-9.

Guy FI. 2006. Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état. Université Paul-Sabatier de Toulouse, France,

H

Head H.H. 1993. Induction artificielle de la lactation ; In: « Biologie de la lactation ». Martinet J., Houdebine LM. Edition *INSERM et INRA*. Pp : 197- 216.

Hoden A et Coulon J.B. (1991). Maîtrise de la composition du lait. – Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod.Anim.*, 4 (5), p.p. 361 – 367.

Homan et Wattiaux, 1996 MEMOIRE Effet de la saison et du système d'elvage sur la production et la qualite physico chimique du lait de vache a tizi ouzou

J

Jaque J, Thevenot R Et Yourt N, 1961. Le lait et le froid. Paris : édition Billiere.
JAQUE P, 1998. Alimentation et santé. Paris : INRA, 540p

Jay JM. 2000. Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food in Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg MD, pp 13

Jean C Et Dijon C. 1993. Au Fil du lait. 847p. (il vous manque des informations sur la maison d'édition et le pays d'édition du livre).

Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. Et Brule G., (2008)

Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G. 2007. Science des aliments technologiedes produits alimentaires. Edition : tec et Doc, Lavoisier. 456p.

Joffen, (2000) Joffen C .Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique.5èmeédition, p 11

Jouzier X, Cohen M Et Mourel E, 1975. Manuel de référence pour la qualité du lait .Paris : Institut d'élevage ,199p.

K

Kelling J., Wilde C, 1985. Lait et produits laitiers le lait de la mamelle à la laiterie. pp. 207-208

Kolb E, 1975.Physiologie des animaux domestique. Paris.

L

Labussière, J., Richard, J., Combaud, J.F., 1976.Suppression du message et du lavage de la mamelle chez les caractéristiques de traite et sur la qualité bactériologique du lait .Ann.Zootech., 25(4), 551-565

Lamontagne MCP., Champagne J., ReitzA., Sylvain M., Nancy G., Marysel., Julie J.,Ismail F. 2002. Microbiologie de lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal, pp 75-146 (600p).

Laure., Danielle., Marie et AL., (2007). Bilan du taux de contamination et étude préparatoire au dosage de résidus de produits phytosanitaires dans le lait de grand mélange bovin. Thèse Présentée à l'université Claude Bernard : Médecine. Lyon.

Lehir A., (2001). Pharmacie galénique. 8eme edition Masson 2001 : 402 p

- Leroy, 1965.** Le producteur du lait «guide du contrôle laitier et beurrier agrude»
- Leseur, R Et Malik, N., (1985).** Lait et produits laitiers (vache. Brebis. Chèvre) 2 les produits laitiers : transformation et technologies, © techniques et documentation (Lavoisier), Paris. 630 pages. ISBN : 2-85206-274-7.
- Levry P, (2002).** Démarche HACCP et management de la qualité : application en industrie des surgelés. Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine de Créteil, p 117.
- Leyral G., Vierling É. 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4ème édition. Edition : Biosciences et techniques, 87 p
- Lollivier V., Guinard – Flament J., Ollivier- Bousquet M. and Marnet P. G. 2002.** Oxytacin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milking. *Reprod. Nutr. Dev.*, 42 (2), 173- 186.
- Lovett J. 1989.** *Listeria monocytogenes* in Foodborne, bacterial pathogens. Edition: M. P. Doyle. Marcel Dekker Inc., New York, pp 288-310.
- Luquet F. M., 1985.** Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. technique et documentation Lavoisier, 217-2.

M

- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., et Schuck, P. (2005).** Les produits industriels laitiers. Éditions Lavoisier, Paris
- Mathieu H.(1985).** Facteur de variation de la composition du lait et produits laitiers vaches brebis, chèvre. Edition. Tec et Doc .Lavoisier Paris. pp :119-169
- Mathieu J. (1999).** Initiation à la physicochimie du lait. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p (3-190).
- Mathieu J., 1998.** Initiation à la physico-chimie du lait. Techniques et Documentation–Lavoisier, Paris, 220 p.
- M'boya, Jean-Christan. Broutin, Cécile. Dudez, Philippe., (2001).** Le lait pasteurisé. GRE-Agridoc : un réseau d'information et de documentation financé par

ministère français des affaires étrangères, GRET : Groupe de Recherche et d'Echanges technologiques, paris, France. E-mail : fca@gret.org - Site web : www.gret.org, p-4-5.

Meyer C. et Denis J.P (1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux. 3, 314-.316 p.

Meyer, C. et Denis, J.P. « Elevage de la vache laitière en zone tropicale. » édition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux

Michel, J-C., Pouliot, M., et Richard, J.(2002). Science et technologie du lait. Edition : Ed : Tec et Toc, Lavoisier, Paris

Morrissey, **1995,**
<https://dspace.univguelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>

N

Ndiaye M .1991. Contribution a l'étude comparée de la qualité microbiologique des laits crus _ laits caillés et laits en poudre _ laits callés commercialisés dans la région de dakar _ senigar. Thèse de docteur vétérinaire (diplôme d'état). ecole inter _ états des sciences et médecines vétérinaires (e i s m v) université cheikh anta diop de dakar

Neville MC., Zhang P et Allen JC (1995). Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : Jensen RG. Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego, 577-592.

Nouiri W. (2018). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de Brebis élevée dans les conditions steppiques cas de la région de Tébessa. mémoire de master departement de Sciences Agronomiques université de biskra. 60 p.

P

Pacheco, 2016). MEMOIRE Facteurs de variabilite des taux de matieres grasses et proteiques du lait en elevage bovin et impact sur les qualites marchande et industrielle dans la region de M Sila 2020/2021

Poirier B, 1976. Les productions animales, le lait et la traite. Paris : Institut technologique agricole

Pougheon S et Goursaud J; 2001. Le lait caractéristiques physico-chimiques In DEBRYG; Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. 566 p

Pougheon S. 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de Doctorat Vétérinaire présentée à l'Université Paul- Sabatier de Toulouse, France.

Pougheon S., Goursaud J., 2001. Le lait : caractéristiques physicochimiques, In : Debry G., 2001. Lait, nutrition et santé. Techniques et Documentation, Paris, 544 p.

Pradal M., 2012. La transformation fromagère caprine fermière : Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Techniques et documentation Lavoisier, Paris, 295p.

Prescott LM. Harley J., Klein DA., (2010). Microbiologie 2^{ème} édition. De Boeck, Paris, p. 979.

Pujol dupuy. C. 2004. Accidents alimentaires d'origine bactérienne liées à la consommation de laits et produits laitiers. *Thèse de docteur vétérinaire, 2004. école nationale vétérinaire de Lyon, France.*

R

Rheotest.2010. Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST

Roger F.1998. Etude sur l'épidémiologie de la tuberculose bovine dans les élevages laitiers (DebreZeit et Zeway, Ethiopie). Dans : Actes du 12^{ème} colloque. EVA ,pp13-19.

S

Sauvant, D., Schmidely, P. et Daudin, J.J., «Les méta-analyses des données expérimentales: applications en nutrition animale» INRA Prod. Anim. V.18, (2005).63-73. <http://www.inra.fr/productions-animales/tap2005/dsauv251.pdf>

Schultz M, Hassen L, Steuernagle G, Kuck A, (1990). Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy. J. DairySci, 73,484p

Scriban., (1999). Biotechnologie. 5ème édition. Tec&Doc. Paris. pp : 920-927

Seelinger HPR et Jones D. (1986). Listeria. In Bergey's Manual of systematic bacteriology, Vol.2 (P.H.A. Sneath,Edit.). Williams &Wilkins, Baltimore,pp: 1235-1245.

Simoes M., Simoes LC., Vieira MJ. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. Food Science and Technology. 43(4). p : 573-583

Sina L. 1992.Contrôle de qualité du lait et de produits laitiers fabriqué par la soca. thèse de docteur vétérinaire (diplôme d'état) 1992. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire (e.i.s.m.v)université chikh anta diop de daker

Soyeurt H. 2008. Study of genetic variability of fatty acid profile in bovine milk and fat using mid- infrared spectrometry. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux.

Srairi M.T., 2004 .Diagnostic de situations d'élevage bovin laitier au Maroc : perspectives d'amélioration des performances. Transfert de technologie en agriculture N°114 :1-4.

Srairi M.T., Alaoui H.I., Hamama A. et Faye B., 2005. Relation entre pratique d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaine au Maroc. Revues Méd-Vét,156 (3), 155-162.

Srairi Mt., Ben Salem M., Bourbouze A., Elloumi M., Faye B., SRAIRI MT. (2007). Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international

Sutton J.D., 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72,p.p. 2801 –2814.

T

Thieulin et al. 1967,

<https://dspace.univguelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20E>

co.pdf.KEBCHAOU,2013,https://dspace.univguelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf.

Thomas, Croguennec. Romain, Jeantet et Gerard Brulé., (2008).

Fondements physicochimiques de la technologie laitière, © Lavoisier, Paris.

155 pages. ISBN : 978-2- 7430-1033-1

V

Varnam AH., Sutherland P. 2001. Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York, pp 35-37.

Veisseyere A, 1975. Technologie de lait, 3eme édition. Paris : La maison rustique, 714p

Velez, Alix-Arielle-Sarah., (2017). Étude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache. Thèse de doctorat vétérinaire : faculté de médecine de Créteil : école nationale vétérinaire d'al fort, 86 pages

Vierling E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11 (270 pages).

Vierling E. 1998.Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion.Paris.278p

Vignola C. L.,2002. Science et technologie de lait : transformation de lait. Ecolepolytechnique de Montréal, Canada, 600p.

W

Wattiaux M. 2007. Lactation et récolte du lait ;principe de traite. Institut Babcock pour larecherche et le développement du secteur laitier, University of Wisconsin, Madison, USA.

Wolter R., 1994. Alimentation de la vache laitière, 2ème éd. 255p.

Wolter.R., 1997. Alimentation de la vache laitière. 3 Edition France Agricole, 259p.

Site.<https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Conservation-des-aliments>

(*) <https://www.produits-laitiers.com>