

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE E L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET**

**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES**



**Mémoire de fin d'études  
en vue de l'obtention du diplôme de docteur veterinaire**

**THEME :**

**Etude biochimique et bacteriologique  
de lait de vache**

**Présenté par :**

Melle. Bougaussa Maroua  
Melle. Boudjenane Fatma

**Encadré par :**

Dr. Bourabah Akila

**Année universitaire : 2017 – 2018**



# *Remercîment*

*Nous remercions le bon Dieu qui nous a guidés  
tout le long de ce chemin afin de réaliser ce  
modeste travail.*

*Nous remercions **Mme Akila** d'avoir accepté de  
nous encadrer, pour sa patience et ses précieux  
conseils.*

*Nous remercions tous nos enseignants de  
l'institut de science vétérinaire,  
Nous tenons à remercier particulièrement les  
responsables et les techniciens de laboratoire de  
biochimie.*

*Enfin, nous remercions tous qui ont participé de  
prés et de loin à la réalisation de notre travail.*



# *Dédicace*

*A mes parents, pour votre amour, votre soutien et pour m'avoir toujours soutenue et encouragée dans mes choix, Je n'aurais jamais pu faire ces études sans vous. Un soutien sans faille, même quand le temps semblait long. Merci je vous aime même si je ne le dis pas souvent.*

*A ma sœur IKRAM;*

*A mes frères: ABDELHAQ, AMINE, NASRO  
ALDINE*

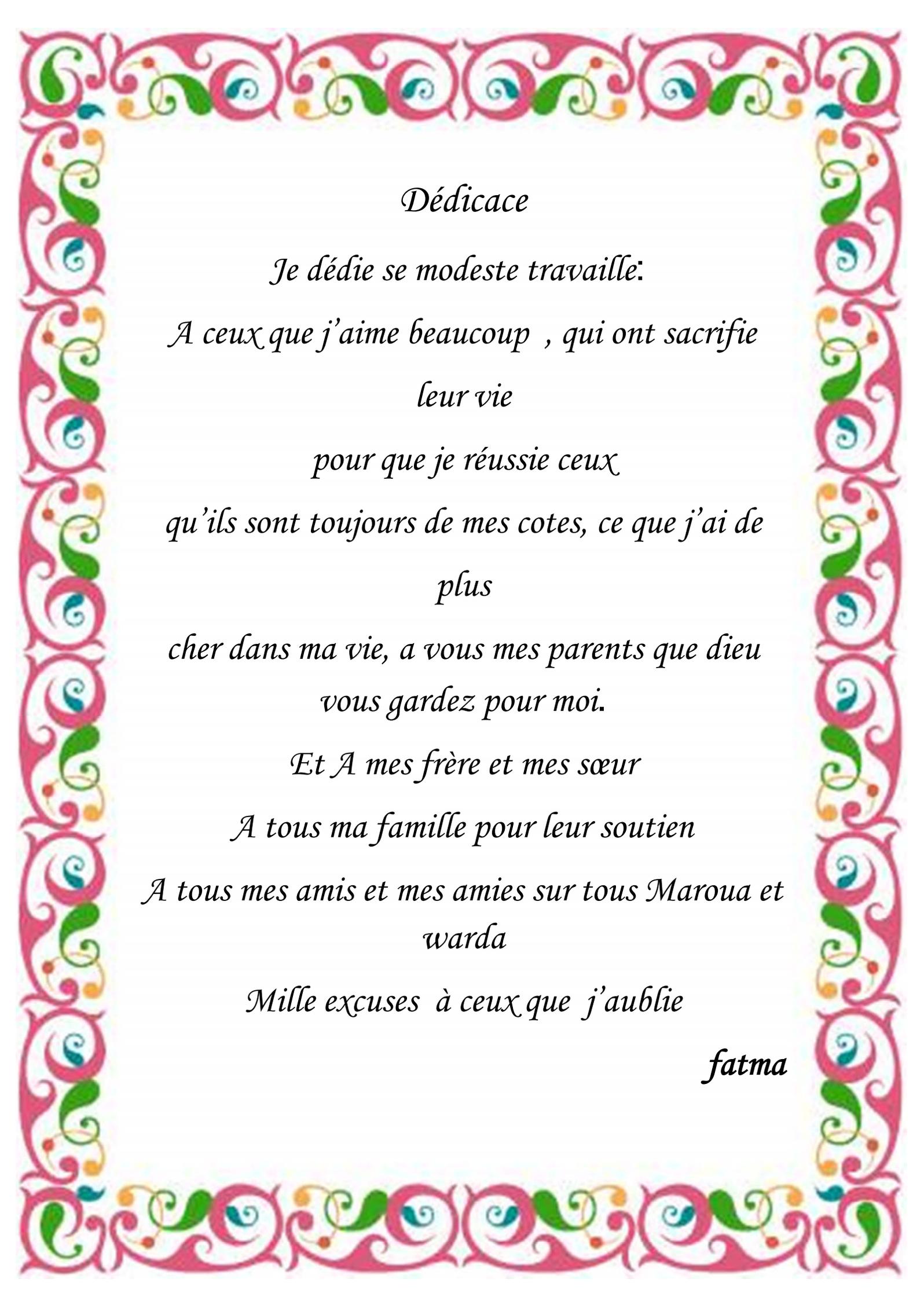
*A toute ma famille, pour son amour et sa compréhension.*

*A tous mes amis Houda, Khawla, Djemaa, Khadidja , Imen, Setti, pour tous les bons moments passés et à venir. Mille mercis à tous.*

*A ma binôme FATMA*

*A mes amis de l'institut vétérinaire de TIARET surtout promo 2017-2018.*

***Maroua***



*Dédicace*

*Je dédie se modeste travaille:*

*A ceux que j'aime beaucoup , qui ont sacrifie*

*leur vie*

*pour que je réussie ceux*

*qu'ils sont toujours de mes cotes, ce que j'ai de*

*plus*

*cher dans ma vie, a vous mes parents que dieu*

*vous gardez pour moi.*

*Et A mes frère et mes sœur*

*A tous ma famille pour leur soutien*

*A tous mes amis et mes amies sur tous Maroua et*

*warda*

*Mille excuses à ceux que j'aublie*

*fatma*

# Sommaire

---

INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>PARTIE 1 : Etude Bibliographique .....</b>	<b>2</b>
<b>CHAPITRE 01 : Le système mammaire</b>	
1.. Anatomie.....	3
2. Irrigation sanguine de la glande mammaire .....	5
3.. Facteurs hormonaux qui règlent la sécrétion.....	6
4.. Lactogenèse du lait.....	8
5.. Lait citernal; lait alvéolaire ; et lait résiduel.....	12
6.. Quelques aspects de l'éjection du lait.....	13
<b>CHAPITRE 02 : Présentation des constituants du lait</b>	
1.. Définition.....	14
2.. Propriétés physicochimiques du lait.....	15
2.1. Acidité du lait .....	16
2.2. Densité du lait .....	18
2.3. Point de congélation .....	18
2.4. Point d'ébullition.....	19
3.. Composition chimique du lait.....	19
3.1. L'eau.....	19
3.2. Lactose ou sucre de lait .....	19
3.2.1. Transformation physico-chimique .....	19
3.2.2. L'action de la chaleur .....	21
3.2.3. Hydrolyse .....	21
3.2.4. La fermentation .....	22
3.3. Protéine .....	23
1. Caséine.....	24
2. Protéine du lactosérum .....	25
a. la $\beta$ lactoglobuline .....	25
b. l' $\alpha$ lactalbumine .....	25
c. l'immunoglobuline .....	25
d. la lactoferrine .....	25
3. propriété physiques des protéines.....	26
4. transformation chimique des protéines.....	26

## Sommaire

---

4.1. Effets de l'acidification et de l'acidité .....	26
4.2. Effet de la chaleur.....	27
4.3. Effet de la présure .....	28
4.4. Effet de sels .....	28
4.5. Matière grasse .....	29
1. propriété physique de matière grasse .....	31
1.1. Solubilité .....	31
1.2. Masse volumique.....	31
1.3. Point de fusion.....	32
2. transformation chimique des matières grasses .....	32
2.1. Lipolyse .....	33
2.2. la saponification.....	33
2.3. L'oxydation.....	33
4.2. La matière sèche et matières sèche dégraissée .....	33
4.3. Les minéraux .....	34
4.4. Les vitamines.....	35
4.5. Les enzymes .....	36
5. Eléments biologiques du lait .....	38
5.1. Eléments cellulaires .....	38
5.2. Les microorganismes .....	39
5.2.1... Classification des principaux microorganismes du lait.....	40
5.2.1.1. Flore indigène ou originelle.....	40
5.2.1.2. Flore contaminant .....	41
a. Flore d'altération .....	41
b. Flore pathogène .....	41
5.2.2... Principales activité Microbiennes dans le lait .....	42
5.2.2.1. Acidification.....	42
5.2.2.2. Production du gaz.....	42
5.2.2.3. Production d'alcool .....	43
5.2.2.4. Production de polysaccharides ou polypeptides .....	43
5.2.2.5. Protéolyse.....	44
5.2.2.6. Lipolyse.....	44

# Sommaire

---

## CHAPITRE03 : Variation de la composition du lait de vache

1. La race.....	46
2. Individus.....	46
3. Nombre de vêlage.....	47
4. Période de tarissement.....	47
5. Epoque de lactation-colostrum.....	47
6. Pic de lactation.....	48
7. L'alimentation.....	49
8. Travail.....	49
9. Nombre de traite-lait de rétention.....	50
10. L'hygiène.....	50
11. L'état de santé de la mamelle.....	51
12. Facteurs climatiques et saisonnières.....	51
13. La traite.....	51

## CHAPITRE04: Contrôle du lait

1.. Production laitière en Algérie.....	52
1.1. Zone de production.....	52
1.2. L'évolution de la production laitière.....	53
1.3. Importation .....	54
2. Action du contrôle.....	55
3. Rôle de l'état.....	57
4. Modalité du contrôle.....	57
4.1. Agréments.....	57
4.2. Plans du contrôle .....	57
4.3. Plan de surveillance.....	58

## PARTIE 2 : Etude expérimental

1- Analyse Du Lait .....	59
2- Matériel et méthodes .....	60
3- La biochimie de lait .....	61
4- La bactériologie .....	70
5- Discussion.....	74

<b>Conclusion.....</b>	<b>76</b>
------------------------	-----------

# Listes des figures

**Figure 1:** schéma de la structure d'une mamelle.

**Figure2:** conformation anatomique du trayon de la vache.

**Figure 3:** innervation et vascularisation mammaire.

**Figure 4:** schéma simplifier du reflex neuro-hormonales provoquant l'éjection de lait.

**Figure 5:** l'élaboration du lait par les cellules des acines.

**Figure 6:** schéma de la structure d'une cellule mammaire et de l'évolution d'un acinus

**Figure 7:**vue de l'intérieur du lait.

**Figure8:** lalactogènes simplifiée des composants principaux.

**Figure9:** la synthèse du lactose.

**Figure 10:** représentation schématique de la micelle du lait.

**Figure 11:** élément cellulaire du lait.

**Figure 12:** principale formes des bactéries.

**Figure13:** Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté

**Figure14:** Evolution des importations alimentaires et des importations laitières de l'Algérie (2000-2012) *Valeur en milliards USD.*

**Figure 15:**production moyenne de troupeau laitier quelque payé d'Europe.

**Figure 16:**spéctrophotometers

**Figure 17 :** lait dilués

**Figure 18 :** les étuves pour analyse

**Figure 19 :** Présence des colonies sur milieu Chapman pour les vaches 01.02

**Figure 20 :** Présence des colonies sur milieux Hectoen pour les vaches 1 et 2

**Figure 21 :** Recherche des germes sur milieux Hectoen pour les vaches 3 et 4

**Figure 22 :** Recherche des germes sur Chapman pour les vaches 03.04

**Figure 23 :** Recherche des germes sur Chapman pour la vache n°05

**Figure 24 :** Recherche des germes sur Hectoen pour la vache n°0

# Liste des tableaux

**Tableau 1:** hormone qui influence le développement de la glande mammaire (lactation et récolte de lait).

**Tableau 2:** teneur comparée du plasma sanguine et du lait normal en quelque constituants (les teneurs sont exprimer en g/kg).

**Tableau 3:** composition chimique moyenne de lait en g /L.

**Tableau 4:** caractère physique de lait cru.

**Tableau 5:** principales propriétés physicochimiques.

**Tableau 6:** protéine du lait d'après Brunner.

**Tableau7:** proportion des acides gras.

**Tableau 8:** concentration des minéraux et les vitamines dans le lait.

**Tableau 9:** composition comparée du colostrum et de lait (en g/l).

**Tableau 10:** pic de lactation et production totale.



# **Introduction**

## Introduction

---

### Introduction:

Le lait est un fluide biologique produit complexe, sécrété par les mammifères (**Rasolofa, 2010**).

Le mot lait, sans indication de l'espèce, désigne en monde le lait de vache ; il est produit intégrale de la traie totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ; il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (**Jean-Claude, 1976**).

Il constitue un aliment important dans l'alimentation quotidienne de l'homme vu sa composition équilibrée en nutriments de base ( protéines , lipides et glucides ) , sa richesse en calcium et son apport non négligeable en vitamines ( a , b2 , b5 et b12 ) et en divers sels minéraux (**Ouakli, 2003**).et qui sont présentés à des concentrations tout à fait satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire .par conséquent , les microorganismes trouvent dans le lait un milieu idéal pour leur développement (**Debrel,2008**).à l'état sain , la sécrétion lactée produite dans la mamelle de la vache est stérile , sans présence de germes pathogènes ou non . la présence de germes signe généralement une infection de la glande ou plus rarement une excrétion à partir des réseaux sanguins ou lymphatiques (**Durel et al, 2011**). La composition du lait varie tout fois beaucoup, en fonction de l'alimentation, de la période de lactation, de la saison, et de la race de l'animal.

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010, l'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru. C'est donc près d'un milliard de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre de lait". Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%. Affirme que le marché algérien du lait est dominé par le secteur privé. "On recense 19 laiteries publiques et 52 laiteries privées. On compte environ 190 000 exploitations laitières, dont 80% sont familiales (**Transaction D'algie, 2010**).

## Introduction

---

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

Dans ce travail sont déterminés la qualité bactériologique et biochimique du lait, afin de mettre en évidence le contrôle du lait.

# **Chapitre 1 :**

## **Le système mammaire**

"Machine à produire du lait "la mamelle est à la fois un organe de filtration sélective et un organe doué d'une grande activité de synthèse (Jacques Mathieu,1997).

### 1. L'anatomie:

L'activité de la glande mammaire commence lors de la mise bas, se poursuit pendant une dizaine de mois et termine au moment tarissement. Le lait est synthétisé par les cellules des acini à partir des matériaux qu'elles "choisissent" et "puisent" dans le sang.

La mamelle ou pis est constituée par un nombre de glandes ou quartiers variable avec les espèces. Il y en a quatre chez la vache, deux seulement chez la chèvre et la brebis. Les quartiers paraissent indépendants les uns des autres ce selon les quartiers d'une même mamelle (Barone, 1978).

Schématiquement chaque glande est constituée par un tissu comprenant intérieurement par les cellules qui sécrétant le lait. Ces acini sont reliés a des fins canaux excréteurs par lesquelles le lait s'écoulé vers des canaux collecteurs plus importants nommés canaux galactophores. Ceux-ci aboutissent à une citerne pouvant contenir 300 à 400 ml de lait, situé au-dessus d'une tétine ou trayon .Cette citerne, ou sinus galactophore, se prolonge par la citerne de trayon qui s'ouvre vers l'extérieur par un petit canal dont l'orifice peut être clos par un sphincter puissant.

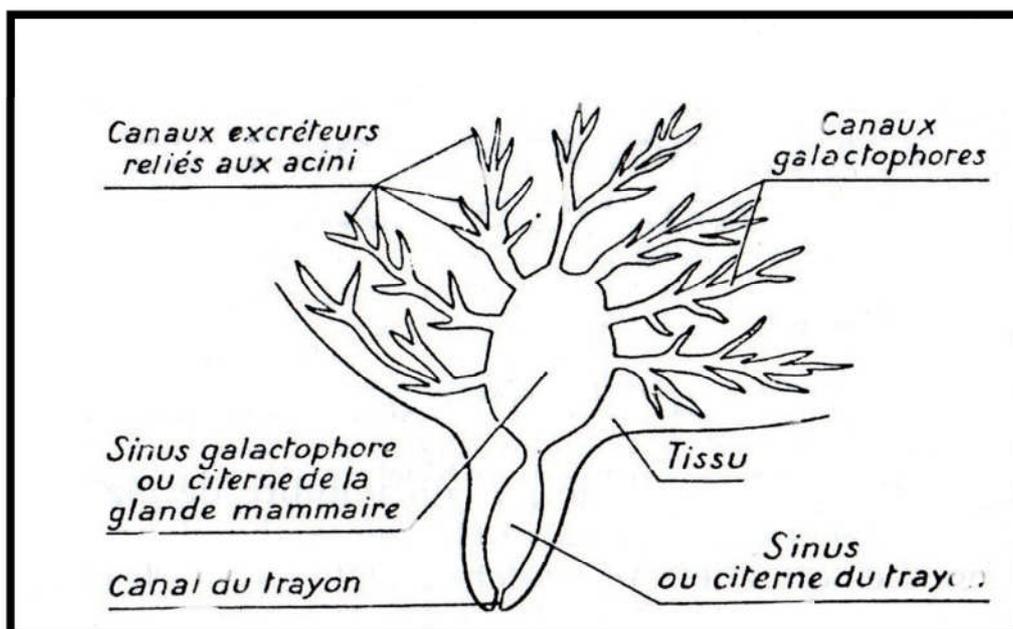


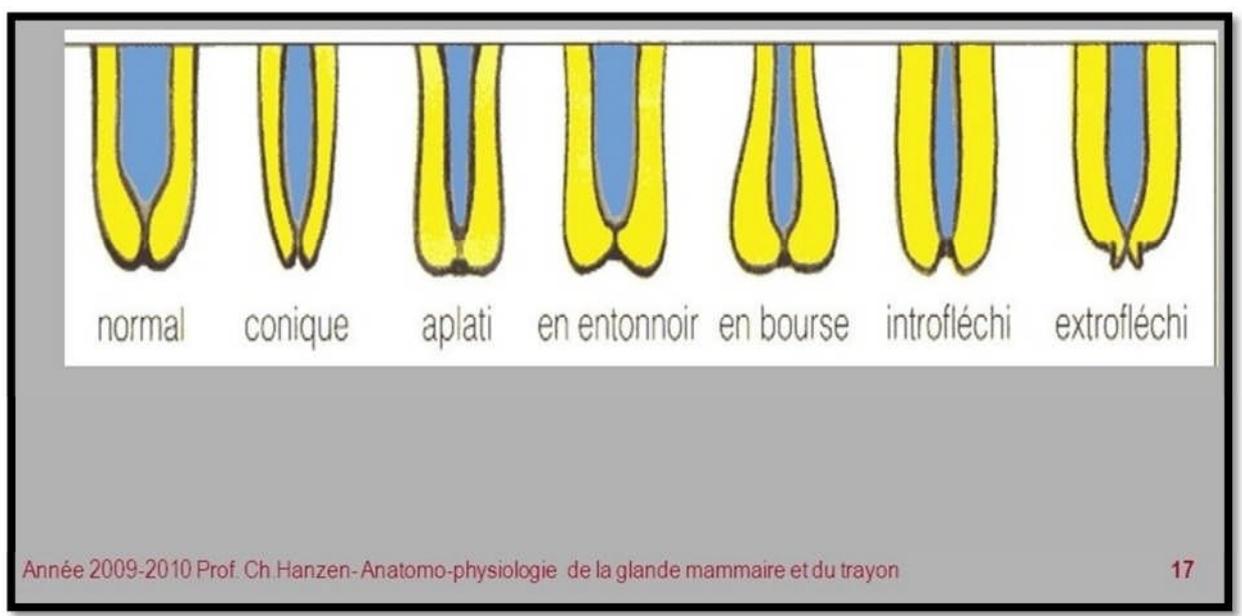
Figure.1 :schéma de la structure d'une mamelle. (Roger Veissere,1979).

Des ligaments de support permettent de maintenir le pis de la vache en place, pris de l'abdomen (**figure, 2**).

Les ligaments de supports latéraux qui s'attachent aux tendons des os du pubis descendent de chaque côté du pis et l'encerclent presque complètement. Une vue arrière du pis montre une ligne de démarcation entre les quartiers gauches et droits. Cette ligne marque la position de ligament médiane. Ce ligament est en fait une "feuille" qui traverse le pis, le divise en deux sur sa longueur et l'attache à la cavité abdominale et aux os du pelvis.

Dans sa partie frontale, le pis est attaché à l'abdomen par des lamelles de tissu connectifs fibreux. L'élasticité de ligament médiane permette d'absorbé les chocs lorsque la vache se meut et d'accommoder l'augmentation de pression et de volume due à l'accumulation de lait entre deux traites. Avec l'âge et le plus grand nombre de lactation, le pis s'étire légèrement vers le bas. Cependant, une faiblesse ou une blessure de ligament médiane pour provoqué une distension exagérée du pis.

La surface de la mamelle est couverte d'une peau douce. Sa paroi est riche en muscles lisses, en vaisseaux sanguins qui permettent une irrigation abondante, et en terminaisons nerveuses qui permettent la réception des données sensorielles la mamelle se ferment à son extrémité grâce à un muscle lisse circulaire (un sphincter).



**Figure .2:** conformation anatomique du trayon de la vache. (Hanzan, 2009-2010).

### 2. Irrigation sanguine de la glande mammaire :

Les millions de cellules sécrétrices de lait dans le pis nécessitent de grandes quantités de nutriment (produit de base pour la synthèse de lait).

De fait un important volume de sang passe par la mamelle: environ 400 litres pour chaque litre de lait produit dans le cas d'une bonne laitière; valeur qui augmenté dans un large mesure et peut doit être quotidiennement traverse par un minimum de 8000 litres de sang pour qu'il puisse donner chaque jour de litres de lait.

On peut considérer la glande mammaire comme une couche de cellules d'une très grande surface dont le repliement en acini lui permet de prendre place dans le petit volume de la mamelle, et d'être en contact avec un réseau sanguin important (**Jacques Mathieu, 1997**).

Irrigation sanguine augmente fortement en début de lactation. Des artères et des veines se trouvent implantées au cœur de pis. En particulier, la veine souvent appelée "la fontaine de lait" est bien visible à l'avant de pis car elle est épaisse et se trouve directement sous la peau. Contrairement à une croyance commune, la dimension de cette veine n'est pas associée avec la capacité de production de la vache.

Des canaux lymphatiques circulent aussi au sein de pis et collectent énormément de lymphe. La lymphe est composée de sérum et autres composants de sang qui s'échappent du système veineux et artériel (**figure, 3**).

A cause de grande quantité de fluide qui traverse le pis, un léger déséquilibre peut conduire à une accumulation de fluide dans le pis (œdème). L'œdème de pis; qui se produit le plus souvent au début de lactation dépend de l'équilibre entre :

- Le flux de fluides à travers le pis ;
- Le changement de la perméabilité de la paroi des capillaires;
- La perte de fluides sous forme de lait.



Quand au déclanchement de la sécrétion lactée, il est fonction de la disparition de la folliculine au moment de l'expulsion de placenta, à la mise bas. La présence de cette hormone inhibe en effet la sécrétion de prolactine par l'hypophyse (**Idelman, 1994**).

Le maintien de la production du lait est en suite assuré par élaboration continue de la prolactine. Tout fois, cette élaboration diminue graduellement au fur et à mesure qu'on s'éloigné de la parturition se qui expliqué l'abaissement progressif de la production de lait (**Idelman, 1994**).

Les facteurs hormonaux jouent donc un rôle fondamental dans l'apparition et le maintien de la sécrétion lactée. Liés à l'individu, ils varient avec la race, la famille et l'état de santé. Ce sont eux qui font essentiellement l'objectif de la sécrétion (**Idelman, 1994**).

En fin, on a trouvé l'explication de phénomène de l'éjection du lait hors de la mamelle au moment de la traite. Il s'agit d'un acte reflex neuro-hormonale (**Hammond, 1927**) (**figure 4**). L'excitation nerveuse déterminée au niveau de la mamelle par son massage et par la manipulation des trayons gagne la post-hypophyse qui sécrète alors une hormone, l'ocytocine. Cette hormone, véhiculé par le sang, provoqué contraction des acini et permet ainsi l'éjection du lait. Son action est fugace puisqu'elle cesse une dizaine de minutes après la sécrétion. D'où l'importance d'effectuer la traite rapidement avant l'inactivation de l'ocytocine (**Denamur, 1965**).

Les interrelations cérébrales sont tellement étroites que les influences perçues par les organes des sens peuvent retentir sur le fonctionnement de la post-hypophyse. Les modifications de l'environnement des vaches laitières (bruit, odeurs ...) peuvent être à l'origine des stimuli inhibiteurs qui gênent ou empêchement la libération de l'ocytocine pendant une période plus ou moins prolongée. La quiétude de l'animal laitier doit donc être soigneusement respectée.

En fin, il faut insister sur le rôle de la conformation des voies mammaires d'écoulement du lait. Les phénomènes physiologiques qui règlent l'éjection du lait étant de courte durée la traite sera d'autant plus complète que les voies mammaires d'écoulement de lait faciliteront l'évacuation de celui-ci. C'est pourquoi l'éleveur à intérêt à rechercher des animaux dont les trayons présentent de gros orifice et une excellente élasticité (**Martinet, 1972**). Ces caractères qui règlent la "facilité de traite "doivent être retenus, comme c'est déjà le cas dans certains pays, comme critère de sélection de bétail. (**Veisseyre, 1977**).

**Tableau 1:** Hormones qui influencent le développement de la glande mammaire. (Lactation et récolte du lait), (EjaneHoman Et Michel A.Wattiaux, 1996).

Stade de maturité	Hormones	Source	Développement
Pré-puberté	-hormones de croissance -hormones thyroïde	-hypophyseantérieure  -thyroïde	-Formation de tissus adipeux et collectifs.  -expansion de réseau de canaux lactifères.
De la puberté a la conception	-œstrogène. -progestérone. -corticoïde.	-ovaire: follicules -ovaire: corps jaune - glandes surrénale.	-développement des canaux -différenciation des cellules des canaux pour former des alvéoles.
Début de la première gestation	-prolactine. - lactogène de placenta -œstrogène	-hypophyseantérieure.  - placenta. - placenta.	- développement de l'épithélium sécréteur d'alvéoles.
La fin de la première gestation.	-ocytocine	-hypophysepostérieure	-augmentation du nombre des cellules épithéliales sécrétrices.

#### 4. Lactogénèse de lait :

Le tissu lactogène est l'un des plus actifs. Une vache de 600 kg qui donne 5000 Kg de lait en une année dans le même temps une quantité de matière sèche égale à son propre poids.

Le lait "fabriqué" s'écoule des cellules lactogènes dans la cavité centrale de l'acini ou alvéole, puis dans les canaux et les diverses citernes qui le prolongent. Les substances du lait ne proviennent pas toute directement du sang par un simple passage au travers des cellules des acini : si l'urée et plusieurs constituants salins sont présents dans les deux liquides, à des concentrations tout fois différentes, la plupart des composés du lait comme les caséines et le lactose sont absents du sang. Bien qu'ayant en commun la faculté de coaguler, sang et lait, différent profondément par leur composition (**tableau 2**). Trier et prélever des matériaux du

plasma sanguin pour produire et rejeter du lait, telle est l'activité des cellules lactogène.

(Jacques Mathieu, 1997)

**Tableau 2:** Teneur comparée du plasma sanguin et du lait normale en quelque constituants (les teneur sont exprimer en g/kg) (Jacques Mathieu, 1997 ).

		PLASMA SANGUIN	LAIT
Eau		930	902
Lactose		0	49
Protéines	-Suralbumine	74	0,9
	-sérumglobuline		
	-Fibrinogéne	3	0
	-casiéne	0	26
Glycérides		0,6	37
Constituantssalins	-Calcium	0,1	1,23
	-Sodium	3,36	0,5
	-Potassium	0,25	1,51
	-Chlore	3,5	1,11
	-Citrate	Traces	1,70

Deux types d'opérations interviennent dans l'élaboration du lait:

- Les cellules lactogènes synthétisent la plupart de ses constituants organique, lactose, triglycérides, caséines,  $\beta$ -lactoglobuline,  $\alpha$ -lactalbumine, acide citrique etc... En utilisant des matériaux qu'elles extraient du sang.(Figure.5)

L'ensemble des substances ainsi sécrétées représente environ 92 % de la matière sèche du lait.

- Moins nombreux, les autres constituants, à la fois présents dans le lait et le sang; proviennent directement de ce dernier et passent au travers des cellules glandulaires sans subir des modifications. Eau, urée, minéraux tel que calcium, sodium, chlorure, etc. se retrouvent dans le lait, inchangés, mais à des concentrations différentes de celles normalement observées dans le sang. De

plus le tissu lactogène peut limite le transfert de certain éléments, sodium et chlore par exemple ou au contraire en concentrer d'autre comme potassium et calcium (Jaques Mathieu, 1997)

Après avoir accumulé les matériaux précurseurs des constituants du lait, les cellules des acini, gonflées, subissent alors une sorte de dégénérescence. Leur partie apicale se rompt et tombe, accompagnée d'eau, dans la cavité des acini pour former de lait (figure.6)

Ce mécanisme d'élaboration, assurément originale, a fait dire que le lait n'est pas le résultat d'une véritable sécrétion mais plutôt un produit pathogénique provenant de la lyse d'un épithélium abondant, dont les cellules grassieuses murent et sont éliminées.

Pendant longtemps, on a cru que la sécrétion de lait s'effectuait pendant la traite. L'inexactitude de cette hypothèse a été démontrée. Le lait s'accumulé dans la mamelle au cours de la période qui séparé deux traites. Lorsque dans la glande, la pression du lait atteint un certain seuil, la sécrétion s'arrête et, rapidement, la résorption des constituants précédemment élaborés commence. On particulier, le lactose, la caséine, la matière grasse diminuent au profit des chlorure destinés à rétablir l'équilibre osmotique entre la sécrétion modifiée constituant le lait de rétention et le sérum sanguin.

Ces phénomènes expliquent pourquoi il est nécessaire de réaliser la traite complètement (Roger Veisseyre;1979).

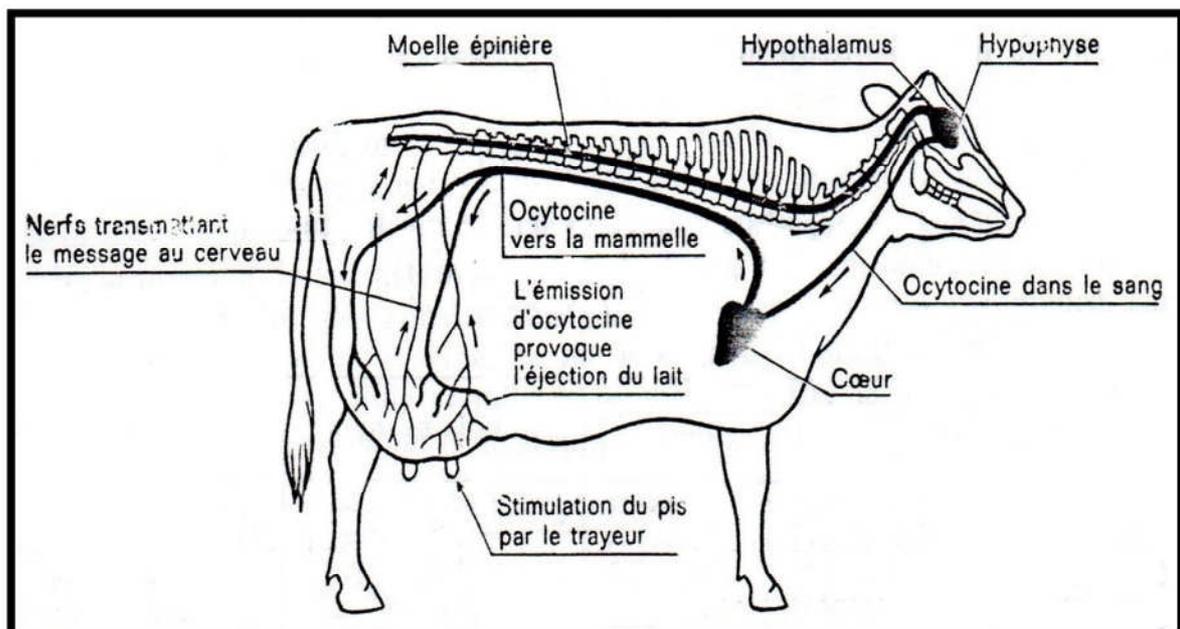


Figure 4 : Schéma simplifié du réflexe neuro-hormonal provoquant l'éjection de lait.

(Roger Veisseyre, 1979).

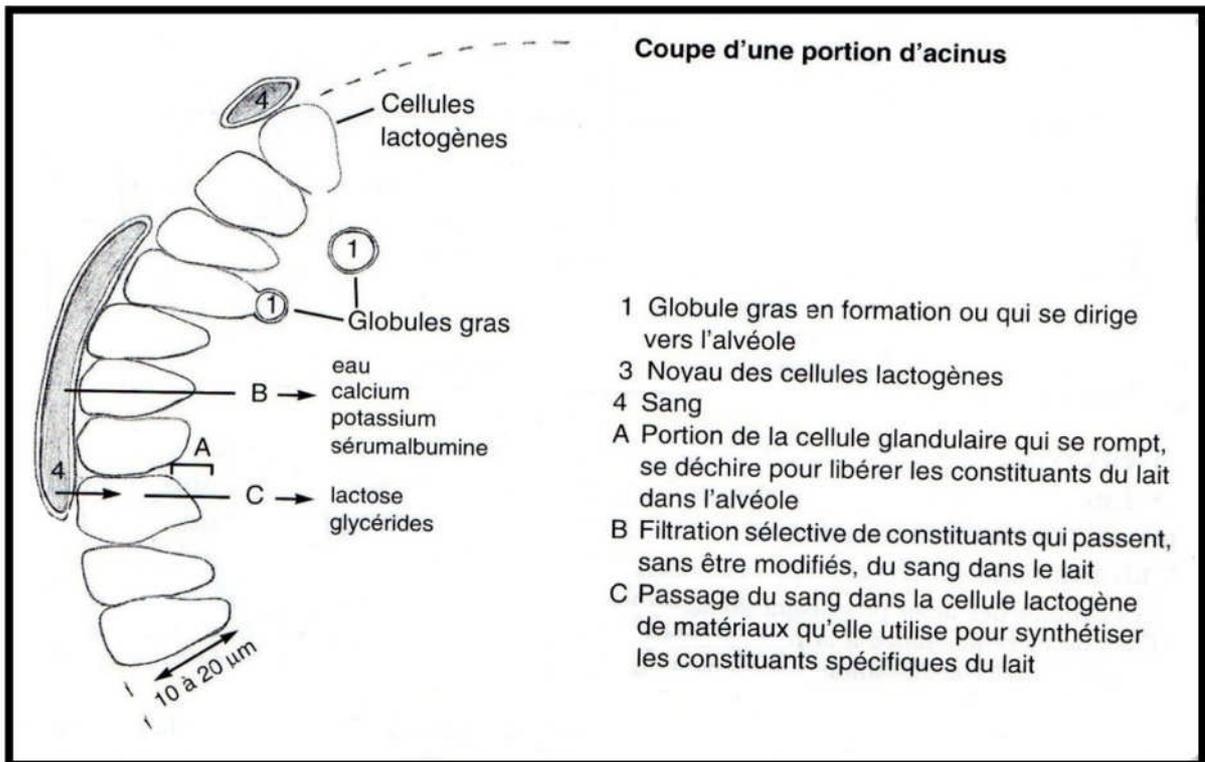


Figure 5 : l'élaboration du lait par les cellules des acini. (Jacques Mathieu, 1997).

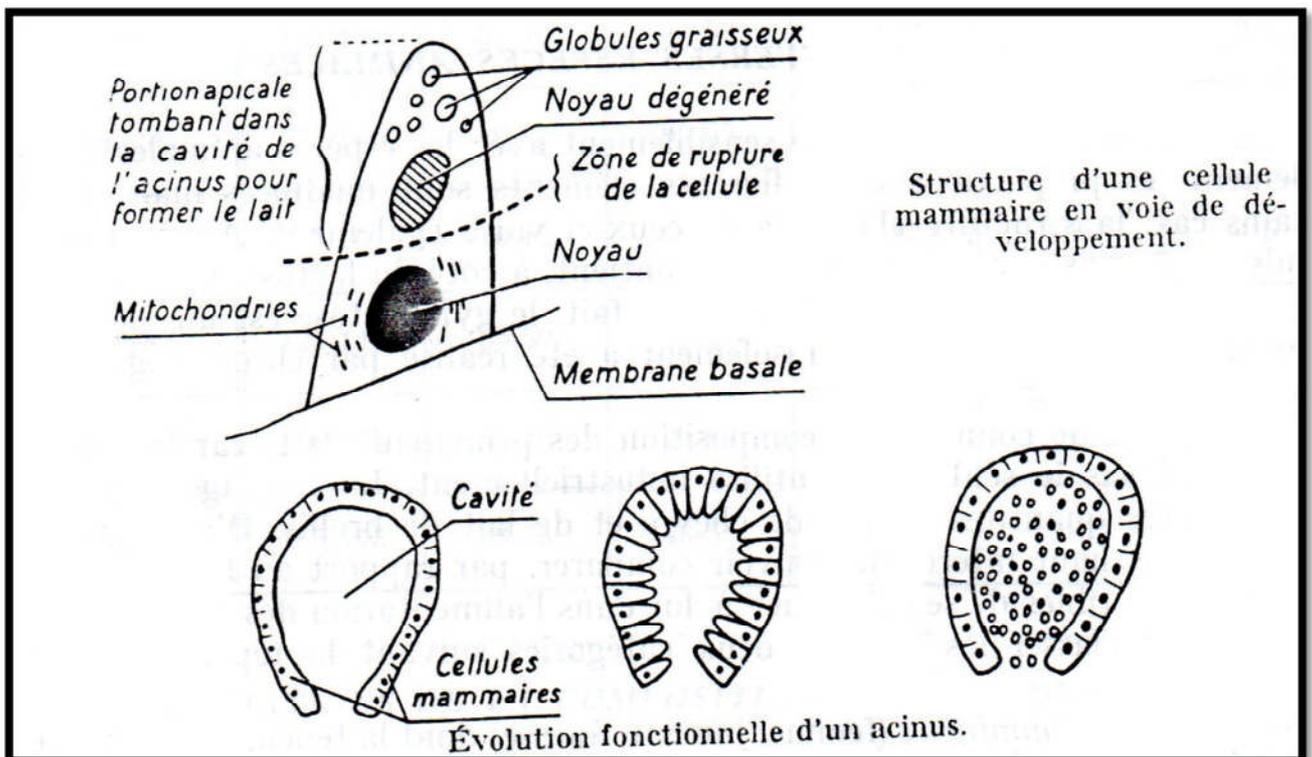


Figure 6 : Schémas de la structure d'une cellule mammaire et de l'évolution d'un acinus.

(Roger Veisseyre;1979).

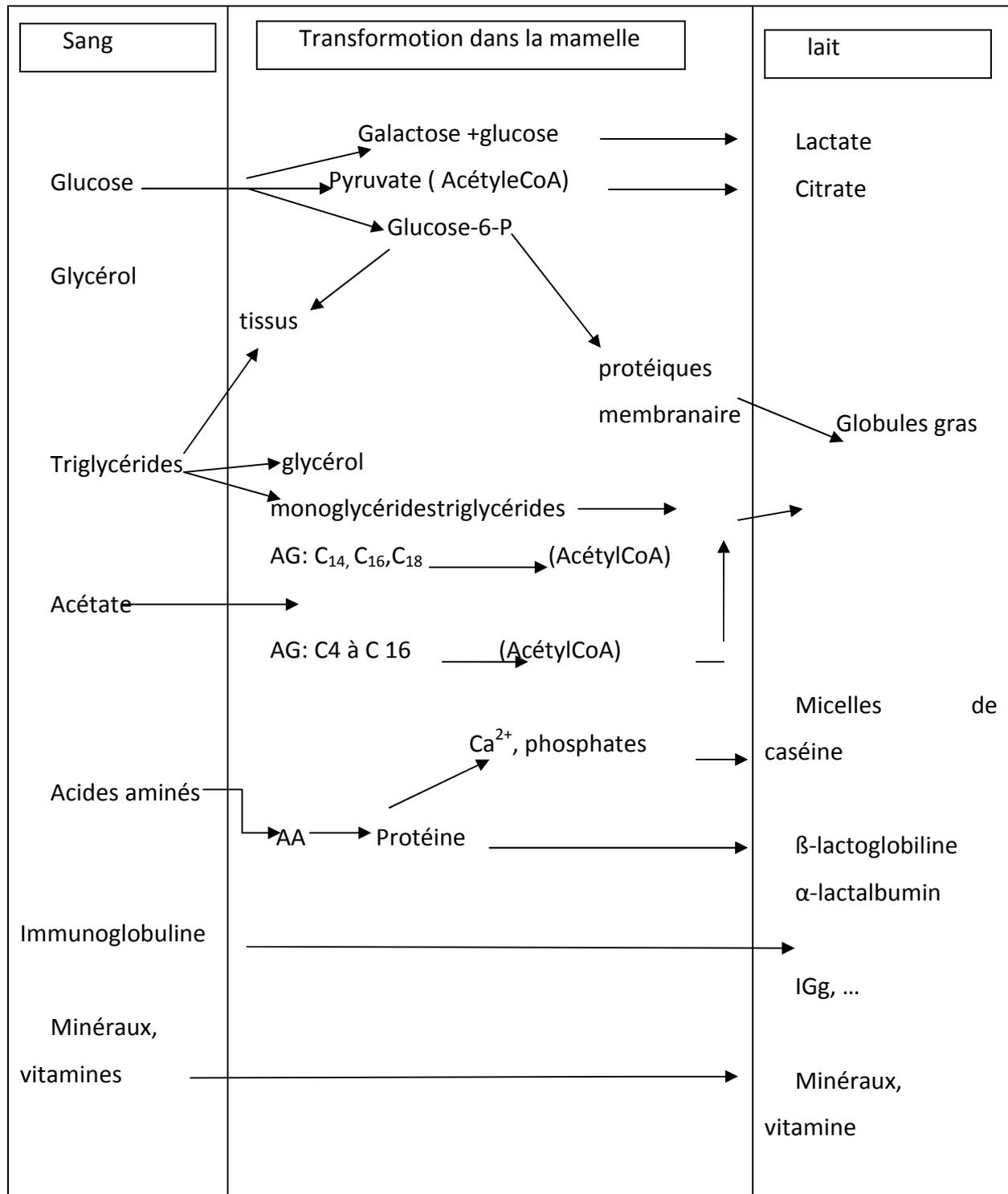


Figure 7: la lactogénèse simplifiée des composants principaux. (Debry, 2001).

**5. lait citernel, lait alvéolaire et lait résiduel:**

Si l'on introduit une canule dans un trayon, avant la traite, on constate qu'une certaine quantité de lait s'écoule librement sans l'intervention d'un autre facteur que l'effet de la pesanteur. Ce lait dit "citernel" représente 20 à 35 % de la production totale. Sa teneur en matière grasse est assez faible.

Après extraction du lait citernal, si on réalise une stimulation mammaire par massage de la glande, on voit s'amorcer, 15 à 20 secondes plus tard, un écoulement de lait qui s'intensifie rapidement. C'est le lait alvéolaire contenu dans les acini. Il représente 50 à 70 % de la production totale. Son taux butyreux est plus élevé que le taux butyreux moyen.

Enfin, si l'on injecté par voie intra veineuse une petite quantité d'ocytocine on observé, 20 à 30 seconde plus tard, un nouvel écoulement de lait qui cesse rapidement mais qui peut se reproduire en renouvelant une ou deux fois l'injection. C'est le lait résiduel qui représente 10 à 15 % de la quantité de lait. On ne parvient jamais à l'extraire à l'aide des techniques de traite actuelles. Son taux butyreux est très élevé (**Martinet, 1972**).

#### **6. Quelques aspects de l'éjection de lait:**

Au fur et à mesure qu'elle filtré les matériaux du sang et qu'elle synthétisé de nouvelles substances, la cellule sécrétrice se remplit; le lait élaboré s'accumulé dans sa partie dirigée vers le centre de l'acinus. Eau, ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , petits agrégats de  $\beta$ -lactoglobuline, micelles de caséines, globules gras, etc. sont rejetés et tombent dans l'alvéole qui se remplit. Le lait s'accumule dans les divers canaux et cavités de la mamelle au cours de la période qui séparé deux traites. La pression du lait dans les acini s'accroît. L'expulsion des globules gras par les cellules lactogènes est freinée; seules les particules de démentions plus faibles sont en mesure de les quitter. Dès que la pression dans les alvéoles devient égale à celle du sang, l'éjection du lait s'arrête.

Au moment de la traite, citernes et canaux commencent de se vider. Les cellules glandulaires peuvent à nouveau évacuer des globules gras. L'expérience montre que la teneur en matière grasse de lait augmente du début à la fin de la traite. Une traite incomplète donne un lait partiellement écrémé. (**Jacques Mathieu;1997**).

**Chapitre 2:**

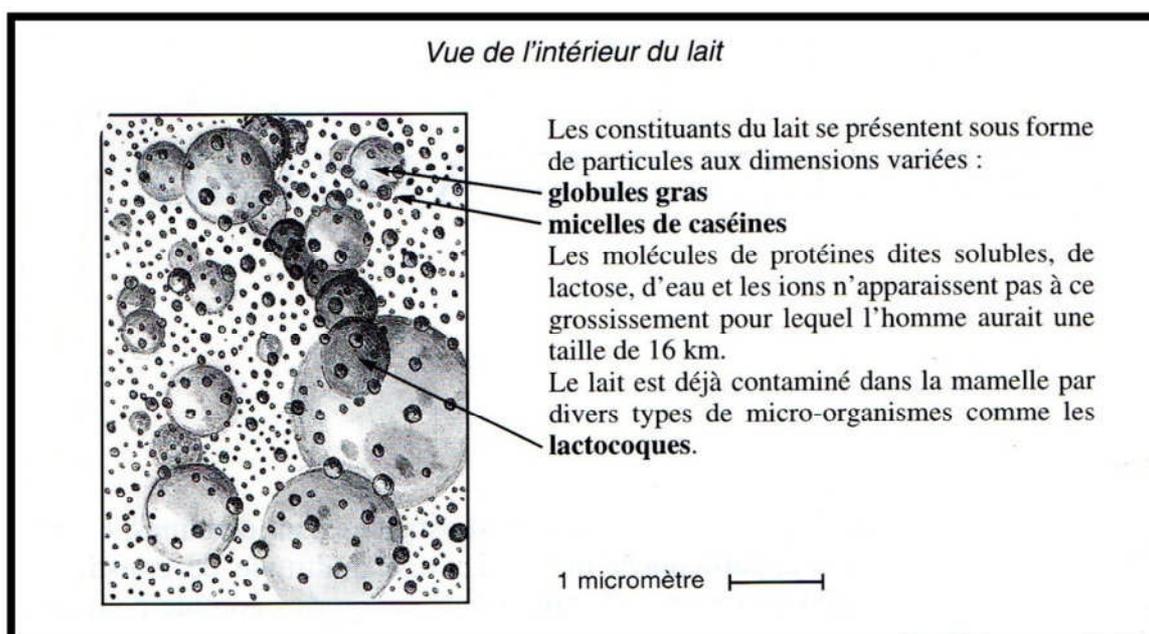
**Présentation des  
constituants du lait**

### 1. Définition 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 portant, 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 est un ensemble des mêmes groupes de substance que toute matière vivante. Rien d'étonnant à cela puisqu'il s'agit de produit de sécrétion d'un organisme vivant. (**Figure 8**)(**Jacques Mathieu, 1997**).



Le lait est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et odeur peu accentuée (**Bitman et al, 1996**).

Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend:

- Une solution varie avec un sucre, des protéines solubles, des minéraux et des vitamines hydrosolubles
  - Une solution colloïdale avec les protéines, en particulier les caséines
  - Une émulsion avec les matières grasses (**tableau 3**).

Composition	g/l
Matière sèche	130
Matière azoté	34 à 36
Matière protéique	32 à 34
Matière grasse	38 à 44
Lactose	48 à 50
Calcium	1,2
phosphore	0,8

## 2. Propriété physico-chimiques du lait :

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opération technologiques adaptés (**Chefteljeanclaude, Tec et Doc lavoisier, 1977**).

Le lait est considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissout et es autres sont la forme colloïdales (**Akli ,2011;Fredot,2006**)rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

☒Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).

☒Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.

☒Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles,lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).

Une phase gazeuse composée d'O<sub>2</sub>, d'azote et de CO<sub>2</sub> dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

	Caractère normal	Caractère anormal
Couleur	Blanc mat Blanc jaunatre Lait riche en crème	
Odeur	Odeurfaible	Odeur de putréfaction, de moisissure, de rance.
Saveur	Saveur agréable	Saveur salée: lait de mammites gout amer: lait très pollué par des bactéries.
Consistance	Homogène	Grumeleuse: mammites Visqueuse ou coagulée: pollution bactérienne.

**Tableau:4** : caractères physiques du lait cru (Larpen, 1997).

### 2.1. L'acidité de lait:

Le PH du lait est proche de la neutralité : 6,6 à 6,8. (Marc et Gilbert, 2013), mais la majorité des laits ont un PH entre 6,4 et 6,6. Le colostrum est plus acide que le lait normale, tandis que le lait de fin de lactation et celui de vaches malades ont généralement un PH élevé, se rapprochent du PH du sang. Tous les constituants capables de se combiner à des ions basiques contribuent à l'acidité du lait. C'est l'équilibre entre les constituants basiques (sodium, potassium, magnésium, calcium et hydrogène) et les constituants acides (phosphate, citrates, chlorures, carbonates, hydroxydes et protéines) du lait qui en détermine l'acidité. Ces deux groupes de constituants peuvent exister dans toutes les combinaisons

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

En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement au changement de l'acidité au cours de tarissements. En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des constituants du lait. Le chauffage du lait causé la perte de gaz carbonique, peut décomposer

le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même aux températures élevées, le phosphate tricalcique des radicaux phosphates.

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

**Tableau5:** principale propriété physicochimique (Jeantet Et Al. 2008)

Pression osmotique	~ 700,10 <sup>3</sup> Pa
Activité d'eau	~ 0,993
Point d'ébullition	~ 100,15C°
Point de congélation	~ -0.53C°
L'indice de réfraction	1,3440-1,3485
Masse volumique (à 20C°)	~ 1030Kg.m <sup>-1</sup>
Conductivité spécifique	~ 0,0050 ohm <sup>-1</sup> .cm <sup>-1</sup>
Force ionique	~ 0,08Mol
Tension interfaciale (20C°)	~ 47-53N.m <sup>-1</sup>
Viscosité (lait non homogénéisé)	~ 2,0.10Pa
Conductivité thermique (à 20C°) (lait à 3% de matière grasse)	~ 0.56w.m <sup>-1</sup> .k <sup>-1</sup>
Diffusivité thermique (15-20C°)	~ 1.25.10m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
Chaleur spécifique	~ 3900J.Kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
PH (à 20C°)	6.6-6.8
Acidité titrable	15-17°D
Coefficient d'exposition thermique (273K-333K)	0,0008m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> .K <sup>-1</sup>
Potentiel oxydoréduction (20C°, PH6,6 est en équilibre avec l'air)	+ 0,25 à + 0.35 v

**2.2. Densité du lait:**

La densité du lait est de 1,030 à 1,034. (**Marc et Gilbert, 2013**).

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

La densité de lait à 15°C est au moyen 1,032. Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y'a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible. La densité des constituants laitiers à 30°C s'établit comme suit:

- ❖ Matière grasse (MG) : 0,913;
- ❖ Extrait sec dégraissé: 1,592;
- ❖ Lactose: 1,63;
- ❖ Protéines : 1,35;
- ❖ Cendres : 5,5 (**Tec & doc- lavoisier, 1977**).

**2.3. Point de congélation :**

Le point de décongélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide. C'est l'une des constantes les plus stables de lait. Cette constante résulte du fait que la pression osmotique de lait est maintenue en équilibre avec celle de sang. L'abaissement du point de congélation est en relation directe avec la concentration en solutés d'une solution. C'est donc une mesure du nombre des molécules ou d'ions en solution dans la phase aqueuse du lait. Le point de congélation de lait peut varier de -0,52 à -0,56 ; toute variation supérieure à -0,52°C étant un indice de mouillage. Il permet la détection de mouillage de lait à partir de 3%. L'abaissement de point de congélation peut aussi être causé par la subdivision de lactose en plusieurs molécules plus petites. Il peut aussi servir à évaluer le degré d'hydratation des protéines (**M. ansart et al, 1997**).

**2.4. Point d'ébullition :**

A pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est de 100°C et celui du lait est de 100,5°C. Comme pour le point de congélation, il est fonction de nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration de lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration de lait (M.ansart et al, 1997).

**3. Composition chimique du lait :****3.1. Eau:**

C'est de loin le composé le plus abondant: 902 g/l. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous de sa matière sèche. (Jacques Mathieu, 1997).

Son caractère lui permet de former une solution variée avec les glucides, les minéraux, et une solution colloïdale avec les protéines. (Bouvier, 1993).

**3.2. lactose ou sucre du lait :**

Le lactose est le seul glucide du lait de vache, il est spécifique du lait. La teneur du lait en lactose reste très stable, entre 48-50 g/l. Le lactose est un diholoside, composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Il s'agit de soluté osmorégulateur le plus important du lait. Par conséquent, sa quantité déterminera le volume de lait en attirant l'eau dans le lait. (Marc et Gilbert, 2013).

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. On a pu observer que la quantité de lait produit est liée à la production de lactose: 50g de lactose synthétisé s'accompagnent de 900 g d'eau. (Jacques Mathieu, 1997).

**3.2.1. Transformations physico-chimique:**

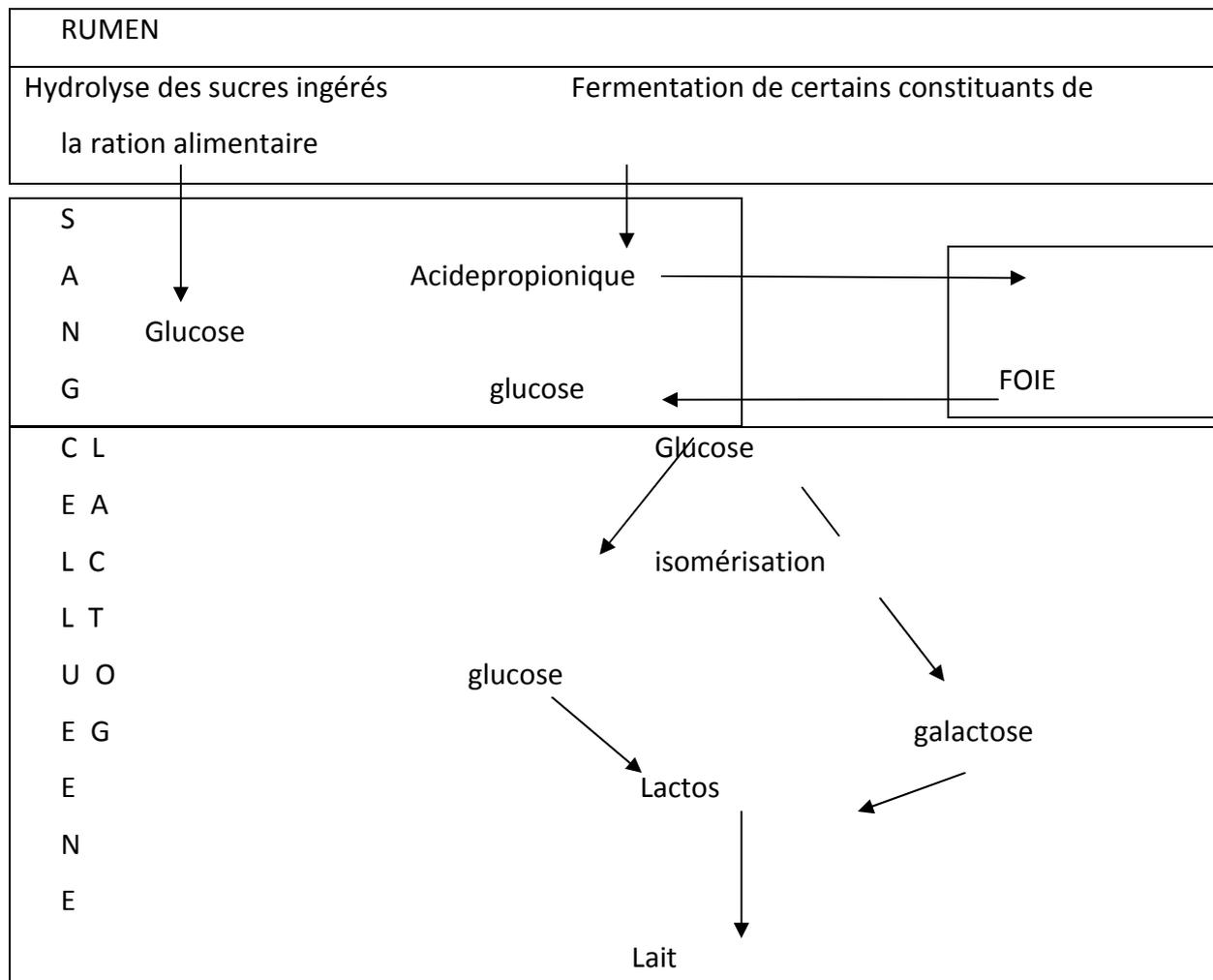
Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Il est dit  $\alpha$  (alpha) ou  $\beta$  (beta) selon la position du groupement  $-OH$  porté par le carbone 1 du résidu glucose.

À l'égalité d'une solution de lactose dans l'eau, le lait liquide contient les deux formes alpha monohydrate :  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $H_2O$  et beta anhydre :  $C_{12}H_{22}O_{11}$  en équilibre:



À 15°C le mélange se compose de 38% de lactose alpha, H<sub>2</sub>O et de 62% de lactose beta anhydre: lactose beta / lactose alpha = 62/38 = 1,63.

Il est synthétisé (**Figure 8**) dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie, qui pour se faire, l'utilisé une partie de l'acide propionique résultant des fermentations dans le rumen, un des compartiments de l'estomac des ruminants, de certain constituants des repas de la vache tels l'amidon. Il provient aussi pour une faible part de l'hydrolyse des sucres ingérés, saccharose par exemple, qui passé dans le sang au travers de la paroi intestinal. Les cellules lactogènes ont la faculté d'isomériser, autrement dit de transformer, une partie du glucose prélevé en galactose, d'unir leurs molécules et ainsi de produire de lactose. celui-ci est ensuite transfère jusqu'à l'alvéole de l'acinus par les vacuoles de l'appareil de golgi des cellules lactogènes. (**Jacques Mathieu, 1997**). **Figure 9: la synthèse du lactose (Jacques Mathieu, 1997).**



La solubilité de lactose est relativement faible comparée à celle des autres sucres. Le saccharose est environ dix fois plus soluble que lactose.

A noter aussi que la solubilité du lactose augmente lorsque la température s'élève. A 100°C, la solubilité initiale de l' $\alpha$  lactose atteint 70 g pour 100 g d'eau (**Whitter, 1944**). Il s'ensuit que refroidissement d'une solution saturée de lactose entraîne la cristallisation du sucres. Toute fois le phénomène n'est pas immédiat. Les solutions de lactose restent d'abord à l'état de sursaturation avant de commencer à cristalliser. La formation des cristaux s'effectué selon un processus inverse de celui qui précédé à la dissolution. Le lactose alpha, moins soluble, cristallise d'abord à l'état monohydrate. Mais pour que l'équilibre entre les deux formes de lactose soit maintenue dans la solution, il se produit aussitôt une conversion lente de la forme bêta en forme alpha laquelle cristallisé au fur et la mesure qu'elle apparait. Le processus se poursuit ainsi jusqu'à ce que cesse la cristallisation. La totalité de l'excède lactose dissous se trouve alors cristalliser sous la forme alpha monohydrate. (**RogerVeisseyre, 1979**).

### **3.2.2. L'action de la chaleur:**

Le lactose est sensible à la chaleur entre 110 et 130°C la forme hydratée perd son eau de cristallisation. Au-delà de 150°C on observe un jaunissement puis vers 170°C un brunissement prononcé dû à la formation d'un caramel. Cependant, dans le lait, on constate que le brunissement intervient à des températures beaucoup moins élevées. En fait, il ne s'agit plus d'une caramélisation de lactose d'une réaction de sucre avec les matières azotées entraînant l'apparition de composés bruns réducteurs appelés mélanoidines. Cette réaction, fort complexe et encore incomplètement connue, catalysée par le fer et le cuivre ainsi que les phosphates, est nommée réaction de MAILLARD. (**Rogerveisséyre, 1979**).

### **3.2.3. Hydrolyse:**

L'hydrolyse d'une substance et la fragmentation de ses molécules en molécules plus petites sous l'action de l'eau dans certaines conditions. (**Jacques Mathieu, 1997**)



### 3.3. protéines:

Les protéines sont des éléments au bon fonctionnement des cellules vivent et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Lankveld,1995). L'analyse du lait par minéralisation, appelée méthode Kjeldahl; permet d'évaluer que 95% de la quantité totale d'azote est présenté dans les protéines dont la concentration moyen est de 3,2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimique distinguent les protéines du lait (Crayot et Lorient, 1998).

La mamelle synthétisée 90% des protéines du lait (qui sont donc spécifiques). Les caséines sont entièrement synthétisées par celle-ci alors que les macroglobulines sont des protéines sanguins modifiées par la mamelle.

Les 10% des protéines de lait restant (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang. (Tableau6).(Marc et Girlebrt,2013).

<b>NOMS</b>	<b>% de Protéines</b>	<b>Nombred'acideaminés</b>
<b>Caséines</b>	75-85	
Caséine $\alpha$ 1	39-46	199
Caséine $\alpha$ 2	8-11	207
Caséine $\beta$	25-35	209
Caséine $\kappa$	8-15	
Caséine $\gamma$	3-7	
<b>Protéines du lactosérum</b>	15-22	
$\beta$ -Lactoglobuline	7-12	162
$\alpha$ -Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumin	0,7-1,3	582
Immunoglobulines	1,9-3,3	
Protéoses-peptones	2-4	

1. **caséines** : les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait.

Elles se regroupent sous forme sphérique appelée micelle. Le taille des micelles se situe entre 100 et 500 nm ; avec un diamètre moyen près de 180 nm et elle varie principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation (**Lenoir, 1985**).

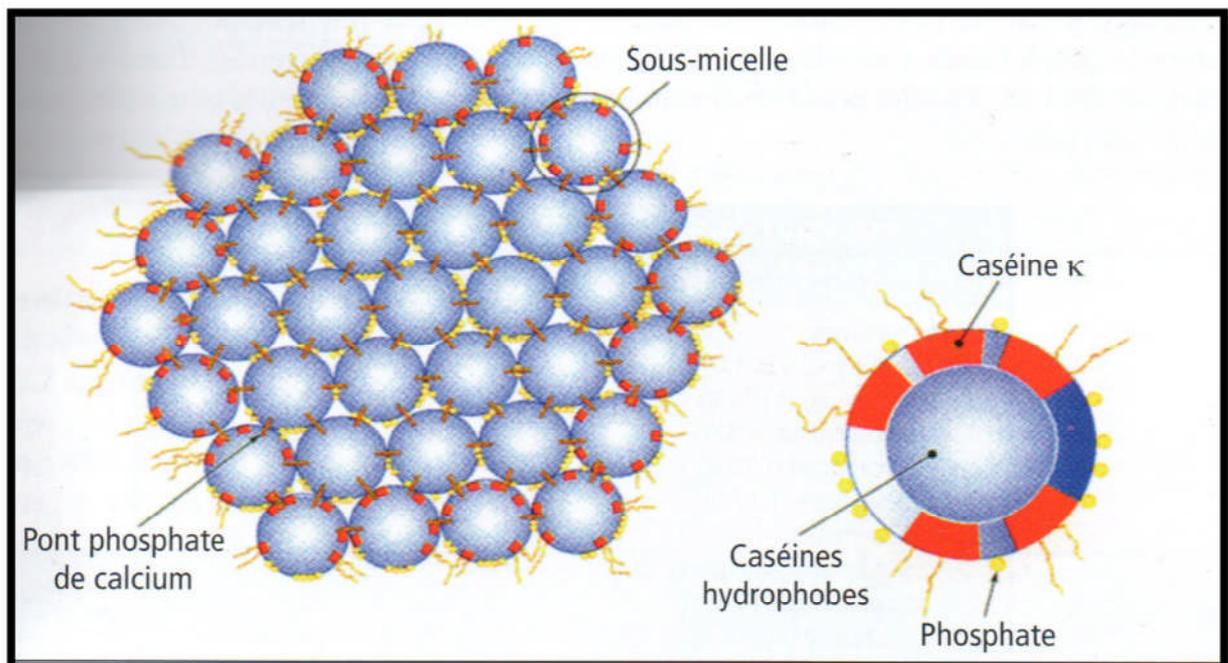
Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux. (**Mc Mahon et Brown, 1984**).

Ce terme général fait référence à l'ensemble des protéines précipitables à  $\text{pH}=4,6$  ou sous l'action de la présure en présence de calcium (**Marc et Gilbert, 2013**).

Il semble claire que les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts phosphate de calcium. (**Mc Mahon et Brown, 1984**).

Les submicelles sont constituées d'environ 10 molécules de 4 caséines en proportion variable avec une répartition de caséines kappa (hydrophile) en surface : les submicelles les plus riches en caséine kappa sont situées en surface de la micelle.

**Figure 10:** Représentation schématique de la micelle du lait. (**Marc et Girbert, 2013**).



**2. Protéines du lactosérum :**Thapon(2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20% des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale.les deux principales sont la  $\beta$  lactoglobuline et l' $\alpha$  lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les Immoglobulines. En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (Eigel et al. 1984).

**a-La  $\beta$  lactoglobuline :**

La  $\beta$ -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la  $\alpha$ -lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une  $\beta$ -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure (Debry, 2001).

**b-L' $\alpha$  lactalbumine :**

Elle joue un rôle dans la biosynthèse du lactose (Linden, 1987). L' $\alpha$ -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum(Vignola, 2002).

**c-Les immunoglobulines :**

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité.

On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines: IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (Thapon, 2005).

**d-La lactoferrine :** est une glycoprotéine synthétisée par le tissu mammaire (70%) et par les leucocytes (30%). (Marc et Gilbert, 2013).

Représente environ 4% des protéines du sérum. Comme son nom l'indique, cette protéine est porteuse de fer, sous forme d'ions ferrique ( $Fe^{3+}$ ). Il est important de noter que cette protéine est la seule protéine capable d'être stable en présence d'ions ferrique. (Pien, 1975).

**3. Propriétés physiques des protéines :**

Les protéines du lait, lorsqu'on les obtient séparément, sont toutes des solides. Leur propriété physique la plus importante est leur comportement dans l'eau. Les protéines du sérum, considérées comme solubles dans l'eau, sont en réalité en solution colloïdale du point de vue leur dimension physique. En effet, elles peuvent perdre cette propriété par simple modification de la force ionique du milieu. Ainsi, on peut faire précipiter les lactoglobuline par addition d'une solution demi-saturée de sulfate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  et les lactalbumines en utilisant une solution saturée. On estime que les caséines sont insolubles dans l'eau ; elles sont donc en suspension dans le lait (**Goursaud et Boudier, 1985**).

**4. Transformations chimiques des protéines :**

La structure complète des protéines qu'elles soient présente dans le sérum ou en suspension sous forme de micelles, peut être modifiée selon le traitement utilisé en transformation alimentaire. Ces traitements affectent des différentes liaisons chimiques que maintiennent cette structure en place, ainsi, ils provoquent des changements plus ou moins importants et il en résulte des modifications de leur propriété de solution ou suspension colloïdale (**Cheftel et al. 1985**).

**4.1. Effet de l'acidification et de l'acidité :**

a- L'acidification du lait touche particulièrement les caséines. Une légère acidification modifie suffisamment leur structure micellaire. (**Lankveld, 1995**).

Lorsque l'acidification atteint un PH de 4,65, les micelles perdent complètement leur structure par dissolution totale du calcium micellaire. Des lors, les caséines sont dénaturées et perdent leur propriété de suspension colloïdale. Les protéines subissent alors un étirement peuvent s'enchevêtrer et forme un gel. (**Lankveld, 1995**).

b-Dès sa sortie du pis de vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales tels que les phosphates et le CO<sub>2</sub>, et d'acides organiques, le plus souvent d'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou acidité naturelle du lait, elle varie entre 0,13 et 0,17 % d'équivalent d'acide lactique. **(Vignola, 2002).**

Le lait peut avoir un comportement à la fois acide et basique, on raison des protéines dont les acides aminés possèdent des groupements acides COOH, et des groupements basiques NH<sub>2</sub> sur leurs chaînes latérales. **(Vignola, 2002).**

A la sortie du pis de la vache, le lait frais ne contient qu'environ 0,002% d'acide lactique. En se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique CH<sub>3</sub>-CHOH-CO-OH par fermentation du lactose. Cette nouvelle acidité se nomme acidité développée. C'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines **(Vignola, 2002).**

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

Acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée

La mesure d'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons : soit en pourcentage (%) d'équivalents d'acides lactiques, soit en degrés d'acidité (°D). **(Vignola, 2002).**

#### **4.2. Effet de chaleur :**

Il faut tenir compte de l'effet de la chaleur sur les protéines dans la majorité des traitements thermiques du lait.

Le chauffage d'un lait jusqu'à 60°C, provoque des changements dans la structure des protéines. Les protéines affectées par les traitements de chaleur sont principalement les protéines du sérum, soit les lactalbumines, les lactoglobulines et les immunoglobulines. Ainsi, des traitements de chaleur supérieurs à 75°C peuvent provoquer la dénaturation des protéines du déum. **(Mc Mahon et Barown, 1984).**

**4.3 Effet de la présure :**

L'addition de la présure au lait provoque sa coagulation par hydrolyse de la K caséine située en périphérie de la micelle ; la présure est un mélange d'enzymes protéolytiques, principalement la chymosine et une quantité variable de pepsine. (**Pien, 1975**).

Cette coagulation commence par l'agrégation de petites micelles, puis se complète par l'agrégation des plus grosses micelles et formera le gel de para caséine. L'addition des sels de calcium permettra de former des ponts phosphate de calcium entre les paracaséines et un gel beaucoup plus ferme de type présure (**Lenoir, 1985**).

Tout fois, il faut insister sur le fait que la formation du gel est liée à la présence du phosphate et de calcium dans les micelles de caséines native. Un caséinate de calcium, préparé au laboratoire à partir de caséine entière, floccule en présence de présure mais ne donne pas lieu à la formation d'un gel. Ce dernier n'apparaît qu'en présence de phosphate de calcium pour les teneurs en caséinase relevées dans le lait. D'ailleurs le temps de coagulation diminue lorsque croît la teneur en phosphate de calcium colloïdale, pour une même concentration en calcium ionisé. Le phosphate intervient probablement dans la création de liaisons au niveau des micelles. Il confère une véritable armature au coagulum dont la consistance est d'autant plus ferme que la teneur en phosphate de calcium colloïdal du lait est plus élevée. (**Roger veisseyre, 1979**).

**4.4. Effet de sels :**

L'équilibre ionique est très important dans la subtilité de la suspension colloïdale des caséines et dans la stabilité de la solution colloïdale des protéines du sérum. Puisque les micelles de caséines sont chargées négativement au PH du lait (6,6-6,8); l'ajout d'ions positifs bivalents comme  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$  peut provoquer la formation de ponts phosphate de calcium entre les micelles et favoriser leur agrégation. Par contre, l'adduction de sels contenant des phosphates  $\text{PO}_4^{-3}$  ou des citrates lors de traitements thermiques puisque ces ions négatifs ont la possibilité de séquestrer le  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ , ce qui limite l'association des différentes protéines (**Cheftel et al. 1985**).

**4.1. Matière grasse :**

Le lait de vache contient de 3 à 5 % de matière grasse (MG) dispersée sous forme de globules gras sphérique dont le diamètre varie de 0,1 à 5 $\mu$ m; elle est composé principalement de triglycérides (environ 98%), de phospholipides et d'une fraction insaponifiables constituée en grande partie de stérols, et des précurseurs de la vitamine D des caroténoïdes dont la vitamine A et enfin de la vitamine E (**Mathieu ,1998 ; Vignola Et Al,2002 ; Luquet,2005**).

La matière grasse représente à elle seul la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acide gras saturé et de 35% d'acide gras insaturé. Parmi ceux-ci, la proportion d'acide gras polyinsaturés (**Vignola, 2002**).

La matière grasse du lait se caractérise par une très grande variété d'acides gras allant de l'acide butyrique (C4) à l'acide arachidonique (C20), c'est-à-dire qu'elle se compose d'acides gras à chaîne courte de C4 à C8, d'acides gras à chaîne moyenne de C8 à C14 et d'acide gras à chaîne longue de C16 à C20(**tableau7**).(Marc et Girbert, 2013).

<b>Tableau7: proportion des acides gras.(Marc et Girbert, 2013).</b>	
<b>Degre de saturation</b>	<b>%</b>
<b>Acides saturés</b>	<b>63</b>
Acide butyrique (C4:0)	3,6
Acide caproïque (C6:0)	2,3
Acide caprylique ( C8:0)	1,3
Acide caprique (C10:0)	2,7
Acide laurique (C12:0)	3,3
Acide myristique (C14:0)	10,7
Acide pentadecanoïque (C15:0)	1,2
Acide palmytique (C16:0)	27,6
Acide stéarique (C18:0)	10,1
Acide arachidique (C20:0)	0,2
<b>Acides mono-insaturés</b>	<b>30</b>
Acide myristoléique (C14:1)	1,4
Acide palmitoléique (C16:1)	2,6
Acide oléique (C18:1)	26,0
<b>Acides polyinsaturés</b>	<b>4,2</b>
Acide linoléique(C18:2 ω-6)	2,5
Acide α -linoléique (C18:3ω-3)	1,4
Acide arachidonique(C20:4ω-6)	0,3

a- Les phospholipides du lait, classés comme lipides complexes. Dans le lait, on distingue trois types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines(Crayot et Lorient, 1998).

La caractéristique la plus importante des phospholipides est leur propriété émulsifiante (Jensen, Newburg 1955).

Cette dernière est due à leur capacité amphipolaire caractérisée par une présence d'une partie hydrophile, qui s'associe à l'eau, et d'une partie lipophile qui s'associe aux constituants du globule de matière grasse (Ratray, Galman, Jelen 1997).

**b-** Les triglycérides sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (**Walstra; 1999**).

Dans la matière grasse du lait, la proportion de triglycérides très saturés est de 20 à 30 %. Le reste (70 à 80 %) est représenté par des glycérides non saturés dans la composition desquels intervient presque toujours l'acide oléique. (**Roger Veisseyre, 1979**).

**c-** Fractions insaponifiables : l'insaponifiable groupe l'ensemble des constituants de la matière grasse qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons,, et qui après saponification, sont insoluble dans l'eau en milieu alcalin mais reste solubles dans des solvants organique non miscibles à l'eau. On retrouve principalement dans les fractions insaponifiables des stérols, les caroténoïdes les xanthophylles et les vitamines A, D, E et K. le plus important des stérols est le cholestérol (**Peereboom, 1969**).

La consommation de la matière grasse laitière est indispensable dans l'alimentation et elle est source des vitamines A, D et E (**Champagne et al, 1980**).

### **1. propriétés physique des matières grasses:**

Puisque les triglycérides forment la majorité des constituants des matières grasses du lait, ce sont leurs propriétés physiques qui influenceront celles du lait : la solubilité, la masse volumique et le point de fusion, ce sont des propriétés qui déterminent le caractère des matières grasses.

#### **1.1. Solubilité:**

Etant donné leur caractère hydrophobe, les matières grasses du lait, sont insolubles dans l'eau. Cette caractéristique s'explique par la présence de longues chaînes d'atomes de carbone et d'hydrogène qui ne peuvent interagir avec l'eau, c'est-à-dire qu'ils ne forment pas de liaison hydrogène ou de liaison dipole – ion avec l'eau. Par contre, les matières grasses du lait sont solubles dans les solvants organiques non polaires (**Pointurier, 2003**).

#### **1.2. Masse volumique :**

La masse volumique des matières grasses du lait est variable et se situe entre 0,93 et 0,95 g/ml à une température de 15°C. Chacun des constituants agit sur la densité du lait. On sait que la crème à 35% possède une densité de 0,996 et le lait écrémé, une densité de 1,036.

Etant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matières grasses, plus sa densité sera basse, de plus les solides non gras (SNG), ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en solides non gras est élevée, plus la densité du produit laitier sera élevée. On peut donc affirmer qu'un écrémage de lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une densité d'eau la diminuera **(Pique et al, 1994)**.

Parmi les facteurs qui font varier la masse volumique on cite:

- La composition de la matière grasse, définie comme la proportion des triglycérides, des phospholipides et de la fraction insaponifiables.
- La proportion des différents acides gras présents dans les triglycérides.
- La température. **(Pointurier, 2003)**.

### **1.3. point de fusion:**

Ce point de fusion est la température à laquelle les matières grasses du lait passent de l'état solide à l'état liquide. Cette température n'est pas fixée, elle varie de 28 à 35°C. Puisque cette température est inférieure à la température interne de la vache, les matières grasses du lait, sont liquides lors de la traite. Le facteur qui influe le plus sur le point de fusion des matières grasses est la composition des triglycérides. En effet la proportion des différents acides gras et leur position sur le glycérol modifient le point de fusion des triglycérides. **(Pointurier, 2003)**.

Les triglycérides les plus insaturés, à bas point de fusion et liquides à la température ambiante, sont au centre des globules alors que les triglycérides les plus saturés, à haut point de fusion, sont à la périphérie et forment un élément de continuité avec la fraction glycéridique de même nature qui entre dans la constitution de la membrane. **(Roger Veisseyre, 1979)**.

### **2. transformation chimique des matières grasses:**

Les transformations chimiques que peuvent subir les matières grasses du lait, principalement les triglycérides et phospholipides, sont nombreuses. La présence de nombreuses liaisons esters et d'insaturation sur certaines chaînes des acides gras expliquent en partie cette fragilité chimique : la lipolyse, la saponification et l'oxydation sont les principales transformations chimiques.

**2.1. Lipolyse:**

La lipolyse est une réaction de nature enzymatique qui est catalysée par la lipase. Cet enzyme est naturellement présent dans le lait où peut être développé par les bactéries. Il dégrade le lait lorsqu'il est en trop grand ou que les globules de matière grasse ont été endommagés (**Rogerveisseyre, 1975**).

La lipolyse consiste donc, avec l'aide de la lipase, à briser le lien entre les acides gras et le glycérol, et cette réaction se produit principalement sur les triglycérides. (**Fox et al, 1987**).

La pasteurisation normale suffit à détruire la lipase naturelle du lait. Par contre, les lipases d'origine sont souvent plus résistantes à la chaleur. (**Hylan et al. 1984**).

**2.2. la saponification :**

La saponification se caractérise par l'action sur les triglycérides de l'hydroxyde de sodium (NaOH) ou soude caustique, ou de l'hydroxyde de potassium (KOH) ou potasse caustique. L'hydroxyde brise les liens qui retiennent les acides gras au glycérol. Les produits formés sont les glycérols et les sels d'acide gras souvent appelés savons. Dans la pratique, cette réaction permet le lavage des équipements souillés par les matières grasses (**Alais, 1984**).

**2.3. l'oxydation :**

L'oxydation des matières grasses est probablement les transformations chimiques causant le plus important problème en technologie laitière. L'oxydation des différents constituants des matières grasses peut entraîner l'apparition de nombreux goûts. Le goût d'oxyde ou métallique est le défaut le plus courant qui résulte de l'oxydation des phospholipides qui sont, par leur structure chimique et leur situation à la périphérie des globules, les plus sujets à l'oxydation. Le goût de suif provient de l'oxydation des triglycérides. Le goût de brûlé, quant à lui découle de l'oxydation des protéines.

Les moyens mis en œuvre pour prévenir cette décomposition consistent à protéger le lait et les produits laitiers de la lumière, notamment par l'utilisation d'emballages opaques, et contre toute contamination en cuivre et en fer. En outre, les antioxydants naturels comme les tocophérols et la vitamine C sont très efficaces pour prévenir l'oxydation des matières grasses. (**Mahaut et al. 2000**).

**4.2. La matière sèche et la matière sèche dégraissée:**

L'ensemble des composants de lait, à l'exception de l'eau et des gaz dissous constitue la matière sèche totale (MST) ou, expression courante mais impropre, l'extrait sec total (EST). Un litre en contient de 125 à 130g.

La matière sèche dégraissée (MSD), improprement appelée extrait sec dégraissé (ESD), est la différence entre la matière sèche totale et la matière grasse.

Les laits normaux en contiennent 90 à 96 g par litre, la moyenne est de l'ordre de 93 g.l<sup>-1</sup>.

La matière sèche dégraissée est beaucoup plus constante que la teneur en matière sèche totale, la matière grasse étant constituant dont le taux varie le plus.

Etant donné que la teneur en MG et donc que le volume de celle-ci varie dans de très larges limites, il est parfois utile pour comparer des laits de calculer la teneur en matière sèche non grasse des laits écrémés correspondants ou matière sèche dégraissée rectifiée (MSDR).

$$\text{MSDR} = (\text{MST} - \text{MG}) \frac{1000}{1000 - \frac{\text{MG}}{0,92}}$$

Relation dans laquelle MSDR, MST et MG sont exprimées en g par litre.

0,92 : masse volumique de la matière grasse exprimée en g par cm.

MG/0,92 : volume de la matière grasse d'un litre de lait

$1000 - \frac{\text{MG}}{0,92}$  : volume de la matière non grasse, c'est-à-dire du lait écrémé d'un litre de ce lait.

On concédera que la MSDR du lait de vache n'est pas inférieur à 89 g .l<sup>-1</sup>. On constate à la lecture des valeurs moyennes données précédemment que la matière sèche non grasse d'un litre de lait, 93 g.l<sup>-1</sup>, est approximativement égale à 1/10 de sa teneur en eau, soit 902 g.l<sup>-1</sup>. (**Jacques Mathieu, 1997**).

#### 4.3. les minéraux:

Les minéraux contenus dans le lait, prennent plusieurs formes; ce sont le plus souvent des sels, des bases et des acides. A cette liste s'ajoutent certains éléments, comme le soufre présent dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont présents à des faibles concentrations à l'état de trace : manganèse, bore, fluor ; silicium, brome, cobalt, baryum, molybdène, tétanie, lithium et probablement certain autres (**Brulé, 1987**).

Tableau 8 : Composition minérale du lait de vache (JeanteT et coll., 2007)

Éléments minéraux	Concentration (mg.kg <sup>-1</sup> )
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
chlorure	772-1207

Ainsi, les laitages sont considérés comme source alimentaire pour le fer à 6%; le cuivre, le zinc et le magnésium à 15- 20%, le phosphore à 39% et le calcium à 67%, qui présente une bonne biodisponibilité et est associée au phosphore. Il intervient directement dans la constitution de la masse osseuse et dans la protection contre la fragilisation des os à l'origine de l'ostéoporose (Coulon et al, 2003).

#### 4.4. Les Vitamines:

Ce sont des substances indispensables à l'organisme, elles doivent être rapportées quotidiennement par alimentation (Roger Veissière, 1975).

Le lait et les produits laitiers sont reconnus comme source importante de vitamines A, B et aussi de vitamine K (Coulon et al 2003).

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantité variables dépendront de facteurs exogènes (race, alimentation, radiation solaires, etc.) (Romain et al, 2008)

Les vitamines du lait les plus importants sont:

- Vitamine A (= rétinol = acétophérol). Action antixérophtalmique, protection de la peau et des muqueuses, action sur la croissance. Elle est sensible à la chaleur et très sensible aux UV.
- Vitamine B1 (= thiamine). Intervient dans de nombreuses réactions de métabolisme intermédiaire et sa carence est responsable du béri-béri. C'est la plus thermosensible des toutes les vitamines.

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

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

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

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

Il existe des laits à teneur garantie en vitamines. Ce sont des produits diététiques (CIDIL, 1991). **Tableau 9:** concentration des minéraux et des vitamines dans le lait, (Michel et Wattiaux, 1998).

<b>Minéraux</b>	<b>mg/100ml</b>	<b>Vitamines</b>	<b>µg/100ml</b>
Potassium	138	Vit A	30,0
Calcium	125	Vit D	0,06
Chlore	103	Vit E	88,0
Phosphore	96	Vit K	17,0
Sodium	58	Vit B1	37,0
Soufre	30	Vit B2	180,0
Magnésium	12	Vit B6	45,0
Micro-minéraux < 0,1		Vit B12	0,4
		Vit C	1,7

**4.5. les enzymes :**

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes: les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydase) et les oxygénases (Vignola, 2002).

Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le PH et la température (Ktchen et al, 1970).

a) Les lipases sont des estérases qui catalysent l'hydrolyse des triglycérides à l'échelle des liaisons entre les acides gras et le glycérol. Cette réaction, nommé lipolyse, forme des acides gras libres et différents glycérides, mono-glycérides ou di-glycérides, et à la limite du glycérol si l'hydrolyse est complète. La production d'acide butyrique pour cette réaction est responsable du goût rance du lait (**Got, 1971**).

Les lipases présentes dans le lait sont d'origines naturelle et d'origine microbienne? Les premières sont détruites par la pasteurisation, tandis que les lipases microbienne sont plus résistantes (**Got, 1971**).

b) Les phosphatases catalysent l'hydrolyse des esters phosphoriques. La phosphatase alcaline est une glycoprotéine dans le lait. Elle est active à un PH alcalin, entre 9 et 10, et nécessite la présence d'ions magnésium et zinc. La dénaturation de cet enzyme peut se faire par un chauffage à 60°C pendant une heure, à 70°C pendant une minute, à 72°C pendant trente secondes ou à 78°C pendant deux secondes (**Got, 1971**).

c) Les protéases cet enzyme attaque la liaison peptidique des protéines et libère des peptides ou des acides aminés. C'est le phénomène de la protéolyse qui peut conduire au caillage spontané délai aseptique. Autrefois; on donnait improprement à cette enzyme le nom de "galactase" (**Roger Veissiere, 1979**).

Cet enzyme est thermorésistant puisqu'il faut dès à 70°C pendant quarante minutes ou à 90°C (**Got, 1971**).

d) Les déshydrogénases, ou oxydases, sont des enzymes qui catalysent les réactions d'oxydation. Les deux principales oxydases présentes dans le lait sont le sulfhydryle oxydase et la xanthine oxydase. La première est un métalloglycoprotéine qui permet la formation des ponts désulfures présents dans la structure tertiaire de certaines protéines du lait. Cette réaction d'oxydation forme du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> qui sera éliminé par la catalase; par contre la seconde (xanthine oxydase) est un enzyme dont le rôle est moins bien défini dans le lait. On sait toutefois que cette enzyme participe à la formation de l'acide urique lors de la décomposition des bases puriques telles que l'adénosine et la guanine, qui sont

présents dans les acides ribonucléiques (ARN) et désoxyribonucléique (ADN) (Got, 1971).

e) La lactoperoxydase est une glycoprotéine qui catalyse l'oxydation, par le peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de certains composés réducteurs tels que les. Sa présence est appréciable dans le lait et son PH d'activité maximale est près de la neutralité, soit 6,8. Sa dénaturation est totale par une pasteurisation à 72°C pendant 15 secondes. En raison de cette caractéristique, on évalue de plus en plus l'activité de cet enzyme pour vérifier l'efficacité de la pasteurisation (Got, 1971).

### **5. Eléments biologiques du lait:**

Un lait, même recueilli aseptiquement et provenant d'un animal parfaitement sain, contient toujours des cellules parmi lesquelles on distingue :

1° des cellules issues de sang et de la glande mammaire de l'animal,

2° des micro-organismes divers tapissant normalement le canal du trayon.

Si l'animal est malade, des germes traversant l'épithélium mammaire s'ajoutent aux précédents. (Roger Veisseyre, 1979).

La multiplication des micro-organismes naturellement présents dans le lait ne débute pas immédiatement après la traite en raison des propriétés bactériostatiques naturelles du lait. Cette protection est efficace pendant les heures qui suivent la traite. Il faut profiter de cette période pour refroidir le lait afin de freiner la croissance microbienne (Faye et Loiseau, 2002).

#### **5.1. Eléments cellulaires:**

Ils sont nombreux et variés. A côté d'éléments épithéliaux on trouve surtout des leucocytes provenant vraisemblablement du sang et de la lymphe. Les divers groupes de leucocytes sont représentés : mononucléaires ou monocytes. Lymphocytes, polynucléaires ou granulocytes. L'observation microscopique de ces éléments cellulaires est d'une grande importance pour apprécier la valeur hygiénique du lait. On appelle formule leucocytaire, le rapport

$$\frac{M}{P} = \frac{\text{nombre de mononucléaires}}{\text{nombre de polynucléaires}}$$

Dans un lait normal, ce rapport est voisin de 1 et toujours supérieur à 0,5. Certains laits anormaux pathologiques ou physiologiques, présentent des éléments cellulaires particuliers : gros mononucléaires lipophages ou corpuscules de donné. Cellules granuleuses. Corps en croissant.

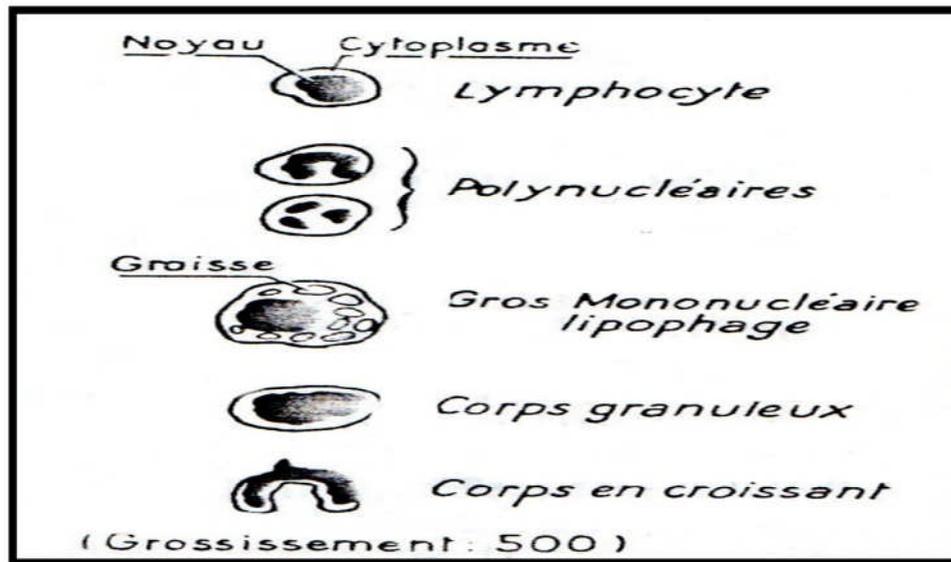


Figure 11: Eléments cellulaire du lait. (Roger Veisseyre, 1979).

Le nombre de cellules dans un lait sain varie de 100000 à 200000 par millilitre. Il peut s'élever à plusieurs millions par millilitre dans un lait provenant d'un animal atteint de mammite clinique. Il s'agit essentiellement d'un accroissement considérable du nombre des granulocytes et particulièrement des neutrophiles. En règle générale, une teneur en neutrophiles comprise entre 12 à 20 % des cellules totales implique d'infection et une teneur supérieure à 20 % une infection nettement déclarée (Ruffo, 1968).

### 5.2. les microorganismes:

Non seulement le lait contient normalement des microbes dès sa sortie de la mamelle ( en générale de 100 à 3000), mais il est habituellement le siège de nombreuses contamination intervenant au cours des manipulation qu'il doit nécessairement subir par la suite. Presque tous les germes peuvent proliférer très facilement dans le lait qui constitue un excellent milieu de culture.

Les germes du lait peuvent être des moisissures, des levures ou des bactéries.

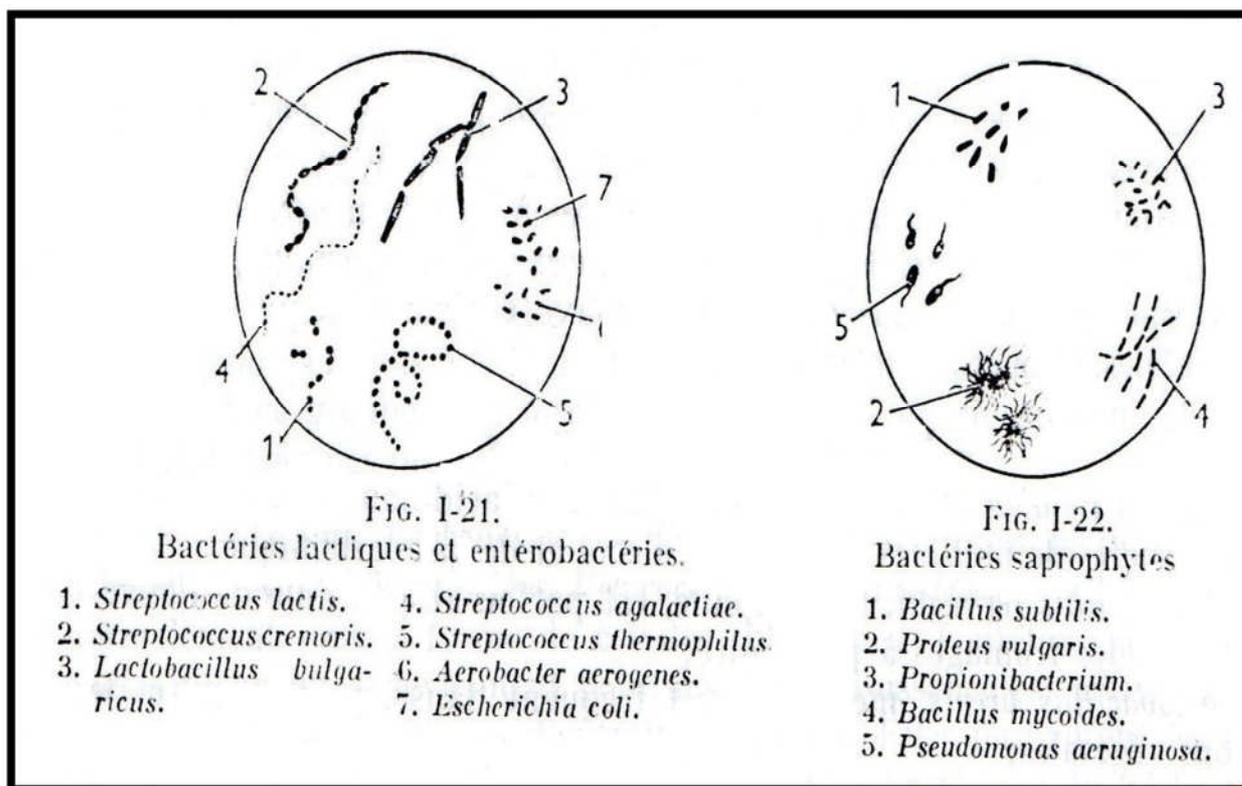


Figure 12: principales formes des bactéries.(Veisseyre,1975).

#### 4.2.1. Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance:

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminants. La flore contaminant est subdivisée en deux sous- classe: la flore d'altération et la flore pathogène (Plommet, 1987).

##### 4.2.1.1. Flore indigène ou originelle:

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

Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles (Plommet, 1987).

### 4.2.1.2. Flore contaminant:

La flore contaminant est l'ensemble des microorganismes ajoutés au 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 capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. On considère comme flore contaminant d'altération et pathogène du lait.

L'ensemble des microorganismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis de la vache. Il semble que la contamination à l'étable soit la plus importante (**Andelot,1983**).

#### a. Flore d'altération:

Incluse dans la flore contaminant, la flore d'altération des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduire la vie de tablette du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *pseudomonasp*, *prteussp*, les coliformes, soit principalement les genres *EscherichiatetEnterobacter*, les sporulées telles que *Barilussp* et *Clostridiumsp* et certaines levures et moisissures (**Andelot, 1983**).

#### b. Flore pathogène:

Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore contaminant du lait. La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources: l'animal, l'environnement et l'homme (**Andelot, 1983**).

Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits latiers sont: *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*, *Brucella sp*, *Bacteriumtuberculosis*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarsiniaanterocolitica*, *Listeria monocytogènes*, *Eschelichia coli*, *Campylobacterjejuni*, *Shigellasonei*, *Brucella abortis*, *Mycobacteriumtuberculosis* (**L ambin, German, 1961**); et certaines moisissures qui sont pour la plupart toxigènes, c'est-à-dire qu'elles produisent une toxine dans le produit alimentaire. C'est pour cette raison qu'il faut jeter tout aliment moisi, car la toxine diffusée dans l'aliment sera source de danger pour la santé. Ces derniers sont micro-organismes ayant absolument besoin d'oxygène pour se développer. C'est pourquoi on les retrouve principalement à la

surface des produits laitiers ou dans les canaux des fromages bleus (**Abdemalek et Gibson, 1952**).

Même si les levures ne sont pas pathogènes, la dégradation d'aliment causé par microorganisme peut être indice de mauvaises pratiques de fabrication mal contrôlées. (**Abdelmalek et Gibson, 1952**).

#### **4.2.2. Principales activités microbiennes dans le lait:**

Les activités métaboliques des microorganismes présents dans le lait peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'apparence, l'odeur, la croissance ou la texture et le goût des produits laitiers. Il y a six principales catégories d'activités métaboliques pouvant survenir dans le lait: l'acidification, la production de gaz tels que le dioxyde de carbone, l'alcoolisation, le limonage, la protéolyse et la lipolyse (**Guiraud et Galzy, 1980**).

##### **4.2.2.1. Acidification :**

Lors de leur croissance, certains microorganismes, grâce à la galactosidase, hydrolysent le lactose du lait pour produire deux nouvelles sources: le glucose et le galactose.

Les bactéries lactiques font partie de ce groupe. Généralement, le glucose provenant de cette hydrolyse sera fermenté pour produire des composés acides, du CO<sub>2</sub> dans certains cas ou de l'alcool. Cette production de composés acides va amener un abaissement du PH du produit se caractérisant par des odeurs et goûts surs.

L'acidification du lait est un bon indice pour évaluer la qualité microbiologique et le respect de la chaîne de froid du lait cru. C'est pour cette raison que l'industrie laitière évaluera le PH ou l'acidité titrable du lait à la réception comme indice de la qualité microbiologique de cette matière première (**Hylan et al, 1984**).

##### **4.2.2.2. Production de gaz :**

Certaines bactéries lactiques ne produisent que de l'acide lactique lors de la fermentation du lactose. On dit qu'elles sont homofermentaires. Toutefois, d'autres bactéries lactiques produisent du CO<sub>2</sub> et d'autres sous-produits en addition à l'acide lactique. On qualifie ces bactéries d'hétérofermentaires ou de gazogènes. Outre les bactéries hétérofermentaires. Il y'a aussi des bactéries non lactiques acidifiantes produisant aussi du CO<sub>2</sub> comme sous-produit

de leur fermentation. La plus part de ces bactéries non lactiques hétérofermentaires sont d'origine fécale ou tellurique, c'est-à-dire du sol. Leur présence indique en général que la production, la récolte ou la transformation du lait a pu se faire dans des conditions non hygiéniques. Enfin les levures ont aussi activité fermentaire permettant de transformer le lactose en alcool et en CO<sub>2</sub>. Plusieurs de ces microorganismes sont thermoduriques(**Charon, 1986**).

#### **4.2.2.3. Production d'alcool:**

Les levures, microorganismes responsables de la production d'alcool, transforment le lactose du lait en alcool. La principale conséquence est l'apparition d'une odeur levure ou alcoolisée, souvent associée à la bière ou au pain (**Alais,1984**).

La présence d'odeur ou de goût d'alcool dans le lait cru indice de mauvaises pratiques d'hygiène à la ferme, principalement en regard de la quantité de l'air. On peut soupçonner un taux de poussière trop élevé ou d'ouverture prolongé des portes et des fenêtres. (**Alais, 1984**).

A titre d'exemple de conditions contrôlées, on peut mentionner l'activité des levures dans la fabrication de kéfir.

Par contre, la présence d'une odeur levure, de bière, de pain ou de renfermé dans un lait cru témoigne d'une contamination non contrôlée par des levures. (**Alais,1984**).

#### **4.2.2.4. Production de polysaccharides ou de polypeptides:**

Certains microorganismes utilisent les sucres ou les protéines du lait pour construire des molécules plus grosses et plus longues appelées respectivement polysaccharides ou polypeptides. On dira de ces microbes qu'ils filants, limoneux, texturants ou épaississants (**Kuzdzad et Mocqout, 1960**).

La production de ces longues molécules donne une texture ou grasseuse au lait en raison de leur grosseur et de leur longueur. Selon les auteurs, les termes utilisés pour caractériser les bactéries responsables de cette production varient : poisseuses ou englues, collants, limoneuses, gluantes, épaississantes, texturants, ou visqueuses. Comme la plupart de ces microorganismes sont mésophiles, la présence de ce problème dans les produits laitiers est

souvent un indice du bris de la chaîne de froid ou d'un non-respect des règles d'hygiène et de salubrité **(Kuzdzad et Mocqout, 1960)**.

On utilise la production de polysaccharides ou de polypeptides de façon contrôlée pour améliorer la texture de certains yogourts en augmentant leur viscosité afin d'éliminer ou de diminuer l'addition d'agents gélifiants. À titre d'exemple de conditions non contrôlées, on peut penser à l'apparition de longs filaments gluants ou de grumeaux dans les laits qui ont dépassé leur date de péremption ou dans des laits crus de mauvaise qualité microbiologique. Mentions aussi la possible formation d'une pellicule grasseuse à la surface des fromages **(Kuzdzad et Mocqout, 1960)**.

#### **4.2.2.5. Protéolyse:**

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microbes, grâce à l'action de leurs protéases, utilisent les protéines du lait. Ce phénomène produit la libération de sous-produits très variés, dont des peptides à longue chaîne, des acides aminés et des dérivés d'acides aminés. On doit se rappeler que les microorganismes nuisibles en cause sont souvent psychotropes **(Alais, 1965)**.

Lors de l'affinage des fromages, la protéolyse joue un rôle primordial dans l'obtention d'une texture caractéristique et de saveurs désirées pour les divers types de fromages. C'est une utilisation contrôlée de protéolyses. **(Alais, 1965)**.

Si cette activité protéolytique n'est contrôlée en raison de la présence de contaminations bactériennes dans le lait cru ou par perte de contrôle des ferments, on peut alors voir à partir des goûts amers, des saveurs non désirées et atypiques ou des textures inadéquates durant l'affinage des fromages. De plus, cette protéolyse pourra être à l'origine de l'apparition de goûts indésirables de fruits, de malt ou de vanille dans certains produits laitiers, tel que le goût de frise dans le yogourt nature.

#### **4.2.2.6. Lipolyse:**

Certains microorganismes, grâce à leurs lipases, peuvent décomposer les matières grasses et les acides gras libres du lait, entraînant l'apparition d'odeurs rances dans le produit laitier **(Fox et al, 1987)**.

Les produits laitiers à haute teneur en matière grasse sont plus sensibles à la dégradation par les microorganismes lipolytiques. Dans l'industrie laitière, on tente d'éliminer ces microorganismes, qui sont souvent également responsables des activités protéolytiques. Ils sont fréquemment psychotropes et thermo duriques.

On exploite cette activité lipolytique de façon contrôlée dans la production du bri, du saint-paulin et de nombreuses pates molles.

Dans des conditions non contrôlées, les principaux effets de cette dégradation sont l'apparition de fortes odeurs et de gout rance causés par des microorganismes contaminants du lait cru (**Fox et al, 1987**).

**CHAPITRE 03 :**

**Variation de Composition**

**Du Lait**

Les chiffres cités jusqu'ici, concernant la composition du lait de vache, sont les plus fréquemment observés. En particulier, ils sont valables pour les laits de mélange. Mais, lorsqu'il s'agit de laits individuels, on peut relever des variations sensibles dues à de nombreuses causes (**Jarrige Et Journet 1959**).

le lait contient en moyenne 3.5 de protéines .cette teneur varie selon l'alimentation de l'animal .la saison et le cycle de lactation (**Fredot.2007**).

La quantité de lait produite par les animaux est également sous la dépendance de plusieurs facteurs:

### 1. Race:

Le choix d'une race de vache laitière correspond en générale à un but et a des objectifs escompté par l'éleveur. Elles sont sélectionnées notamment sur la production de lait, en quantité et en qualité (**Cauty et Perreau, 2003**).

Ce facteur prédomine à tous les points de vue. D'une race à l'autre, le rendement annuel peut varier du simple au triple. En outre, les variations de l'extrait sec total peuvent être considérables, la matière grasse étant l'élément le plus instable et le lactose l'élément le plus stable.

Les races de l'ouest (Bretonne, Jersiaise, Normande, Partenaire) sont considérées comme des races beurrières, le lait titrant toujours plus de 40g de matière grasse par litre. Dans le cas des vaches Jersiaises le taux butyreux dépasse couramment 50 g par litre.

En revanche, la française Frisonne Pie-noire (ex Hollandaise Pie-noire) dont l'aptitude laitière est très développée, produit un lait à plus faible teneur en matière grasse (35à39 g par litre). Une sélection particulièrement poussée permet d'ailleurs de dépasser aujourd'hui ces chiffres et d'atteindre fréquemment 38 à 39 g, parfois plus. (**Roger Veisseyre, 1979**)

### 2. Individus:

Toutes les vaches d'une race donnée n'ont pas le même rendement laitier et ne sécrètent pas des laits de même composition, toutes les conditions de production étant, par ailleurs rigoureusement identiques, l'aptitude à produire beaucoup de lait ou un lait riche en matière grasse par exemple, sont des caractères individuels se transmettant par hérédité.

C'est le rôle du contrôleur laitier de créer des familles d'animaux sélectionnées pour leurs qualités laitières.

Les principaux caractères extérieurs d'un bon animal laitier peuvent se résumer ainsi: finesse et délicatesse des formes, ampleur de l'abdomen et du bassin, peau très souple, mamelle volumineuse et régulièrement développée, veines mammaires bien marquées. **(Roger Veisseyre, 1979)**

### **3. Nombre de vêlages.**

La quantité de lait augmente généralement du 1<sup>er</sup> veau au 5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup>, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7<sup>e</sup>. Les modifications de composition ne sont pas nettes. **(Roger Veisseyre, 1979)**

### **4. Période de tarissement**

Pendant la période de tarissement, il est nécessaire de permettre aux vaches d'atteindre un bon état corporel au vêlage pour qu'elles expriment correctement leur potentiel. Les réserves corporelles sont indispensables pour faire face aux déficits énergétiques importants au début de la lactation **(Araba, 2006)**.

Pratiquement tous les fourrages peuvent être utilisés dans les régimes de vaches tarées pendant cette phase présentant des teneurs excessives en azotes ou en calcium comme l'herbe très jeune de printemps, la pulpe de betterave, le chou, le colza, le trèfle, la luzerne **(Serieys, 1997)**.

### **5. Epoque de la lactation- colostrum:**

Pendant les 3 ou 4 jours qui précèdent le vêlage et les 6 ou 7 jours qui le suivent, la mamelle secrète un liquide visqueux, jaunâtre et amer, le colostrum, dont les caractères analytiques essentiels sont les suivants: peu de lactose beaucoup de matières azotées constituées surtout par des protéines qui coagulent par chauffage, beaucoup de matières minérales solubles, teneur normale en matière grasse (cette dernière pauvre en acides gras volatils), richesse accrue en peroxydase et catalase, acidité élevée (25 à 30°D), présence de gros mononucléaires hippophages. La pauvreté en caséine explique la difficulté de coagulation du colostrum par la présure. Graduellement, le colostrum perd ses caractères spécifiques pour faire place au lait, environ une semaine après le vêlage. **(Roger Veisseyre, 1979)**.

**Tableau 10: Composition comparée du colostrum et du lait(en g/l).(Roger Veisseyre, 1979).**

	Densité	Matière sèche	Matière grasse	Matière azotées				Lactose	Matière minérale
				Totales	caséine	albumine	Globuline		
Colostrum (1 <sup>ER</sup> traite)	1,060	252	50	160	30	40	80	30	12
Lait	1,032	130	39	35	27	4,5	0,7	49	7,5

La période colostrale passée, la sécrétion du lait augmente pendant environ un mois puis se maintient au cours des deux mois qui suivent pour diminuer progressivement jusqu'à la fin de la période de lactation qui intervient une dizaine de mois, en moyenne, après le vêlage. Parallèlement, on observe un accroissement de l'extrait sec provoqué surtout par une augmentation de la matière grasse et de la matière azotée.

L'époque de vêlage joue également un rôle (**Poly Et Vissac, 1958**).L'automne semble favorable à une production accrue.

**6. Pic de lactation:**

Schématiquement, la production laitière augmente au cours des 15 premiers jours pour atteindre ce moment 95% de sa production maximale ( $P_{max}$ ) acquise 6à8 semaine environ après le vêlage celle-ci dépend de la production initiale( $P_i$ ) représentée par la production moyenne journalière des 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup>jours de lactation. La formule suivante peut être retenue :  $p_{max} = p_i + (40\% * p_i)$ .

Lorsque le pic de lactation augmente d'1 kg, la quantité de lait par lactation de référence (305jours) augmente de 200 à 230 kg. Le pic de lactation est également utilisé pour estimé la production laitière par lactation. (**Marc et Girbert, 2013**).

Tableau 11: pic de lactation et production totale								
Moment de pic de lactation (j)	Production laitière totale (en kg)							
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
Chez la primipare	20	24	28	32	35	39	41	
Chez la multipare	23	27	32	36	41	45	50	55

### 7. L'alimentation:

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. 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).

Une alimentation rationnelle des animaux règle le rendement laitier. une vache de 600 kg produisant annuellement 5000 kg de lait, exporte une quantité d'extrait sec égale à deux fois et demi poids de matière sèche de son corps. Un animal insuffisamment nourri verra sa production laitière diminuer rapidement et son organisme s'affaiblir alors qu'un animal suralimenté engraissera, souffrira de troubles digestifs qui auront finalement pour effet d'entraver aussi la sécrétion lactée. **(Roger Veisseyre, 1979).**

De nombreux travaux ont été réalisés dans le monde entier pour déterminer l'influence des divers aliments de la ration sur la composition du lait **(Kuzdzal-Savoie, 1959).**

### 8. Travail:

Il ne faut pas faire travailler les vaches laitières. La production diminue rapidement car les éléments de la ration sont partiellement brûlés pour permettre le travail musculaire ou sont perdus par la transpiration. **(Roger Veisseyre, 1979)**

**9. Nombre de traites- lait de rétention:**

Lors de la traite, que celle-ci soit manuelle ou mécanique, on doit prendre un maximum de précaution pour le nettoyage et la désinfection des pis des vaches, des mains des opérateurs et de tous les instruments (**Jean- Claude et Henri.1978**).

La multiplication des traites accroît à la fois la production de lait et sa teneur en matière grasse par suite de l'excitation de la mamelle. Le nombre de traites reste toutefois limité par les frais occasionnés et on se contente habituellement de deux traites par jour rarement trois.

Lorsqu'on traite deux fois, le lait du matin est généralement plus abondant mais plus pauvre en matière grasse que le lait du soir. S'il y a trois traites, c'est celle du midi qui donne le lait le plus gras. En réalité, il faut surtout envisager la période de repos qui précède la traite. Le lait est d'autant plus riche en graisse que cette période est courte.

Au cours d'une même traite, la teneur en matière grasse augmente jusqu'à la fin. Il faut donc vider complètement la mamelle sinon on réalise un véritable écrémage du lait.

Enfin, chacun des quatre quartiers de la mamelle donne un lait qui peut être différent de celui du voisin. Lorsque, pour une raison quelconque, la traite n'a pas lieu ou est incomplète, on assiste au phénomène de la rétention lactée caractérisé par un abaissement de la production quand on reprend les traites normales et surtout par des modifications sensibles de la composition du lait: augmentation des chlorures (saveurs salées) et réduction du lactose, de la matière grasse et des cendres. L'extrait sec non gras peut s'abaisser nettement au-dessous de 90 g/l, comme si le lait était mouillé. L'acidité toujours faible, ne dépasse pas 10°D).

Les conséquences très graves de la rétention lactée font que la traite et la tétée du veau doivent être contrôlées attentivement pour assurer l'élimination régulière de la totalité du lait sécrété (**Roger Veisseyre, 1979**) .

**10. L'hygiène:**

Les éleveurs et producteurs laitiers, cherchent à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du lait pour que cette matière première satisfait les attentes de l'industrie alimentaire et des consommateurs. Les pratiques en élevage laitier devraient assurer la production de lait par

des animaux en bonne santé, dans des bonnes conditions d'élevage et dans le respect de l'environnement immédiat **(Fao, 2004)**.

**11. l'état de santé de la mamelle :**

Les bouleversements de la composition du lait produit par une mamelle malade illustrent parfaitement les deux grands processus, synthèse et filtration sélective, qu'implique son élaboration.

Les mammites provoquent des troubles de la sécrétion lactée; elles entraînent une altération du contrôle des transferts de substances au travers des cellules lactogènes et un affaiblissement de leurs possibilités de synthèse. **(Jacques Mathieu, 1997)**.

Plus la mammite n'est grave et plus la composition du lait produit se rapproche de celle du sérum sanguin **(Jacques Mathieu, 1997)**.

**12. facteurs climatique et saisonniers:**

Les taux butiriaux et protéique sont maximum en automne et minimum en juin-juillet. Le taux protéique augmente légèrement après la mise à l'herbe. **(Jacques Mathieu, 1997)**.

**13. la traite :**

Lors de la traite, que celle-ci soit manuelle ou mécanique, on doit prendre un maximum de précautions pour le nettoyage et la désinfection des pis des vaches, des mains des opérateurs et de tous les instruments. **(Jean-Claude et Henri, 1978)**.

Les teneurs en certains composés changent plus que d'autre : par exemple, le taux de matière grasse, constituant le plus variable, présente, si l'on considère la production laitière quotidienne (traite de soir + traite du matin), des écarts, d'un jour à l'autre, qui peuvent atteindre 20%. En revanche, les fluctuations de la richesse en protéines et lactose sont, dans les mêmes conditions, moins importantes : environ 2,5%. La matière sèche dégraissée est beaucoup plus constante que la matière sèche totale. **(Jacques Mathieu, 1997)**.

**CHAPITRE 04 :**  
**Situation Laitière**

### **1. Production laitière en Algérie**

La production laitière constitue un secteur stratégique de la politique agricole algérienne, notamment pour son rôle de fournisseur de protéines animales face à une croissance démographique galopante, ainsi que pour son rôle de créateur d'emploi et de richesses **(Ouakli Et Yakhlef, 2003)**.

En amont de la filière, la production laitière est assurée en grande partie pour environ 80% par le cheptel bovin **(Kacimi El Hassani, 2013)**.

Les programmes d'intensification des différentes productions animales et notamment, celle de la production laitière par l'importation de génisses à haut potentiel de production, n'ont pas permis la satisfaction des besoins nationaux. En effet, l'Algérie est considérée comme l'un des grands pays consommateurs en ce qui concerne la filière lait et dérivés, et cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substitution aux viandes relativement chères et le soutien de l'Etat, qui sont autant de paramètres qui ont dopé la demande. Une demande qui ne peut être satisfaite par la production laitière nationale. Celle-ci a atteint environ 03 milliards de litres en 2011, soit un accroissement de 84% par rapport à l'année 2000 ; année de lancement du plan National de Développement Agricole(PNDA).

La consommation de lait a connu une augmentation rapide, elle passe successivement de 54 l/hab/an en 1970 à 112 l/hab/an en 1990, pour atteindre les 120L de nos jours **(Kacimi El Hassani, 2013)**.

#### **1-1.Zones de productions laitières :**

On distingue trois zones de productions déterminées sur la base des conditions de milieu, principalement le climat :

Une zone littorale et sublittorale à climat humide. Cette zone représente 60% de l'effectif bovin laitier et 63% de la production de lait, fortement liée à la production fourragère, où elle présente une superficie de 60.90%des superficies fourragères totales.

Une zone agropastorale et pastorale à climat semi aride et aride, représentant 26% de l'effectif bovin laitier et 26% de la production du lait cru. Cette zone renferme 31.8% des superficies fourragères totales.

Une zone saharienne à climat désertique, représente 14% de l'effectif de bovin laitier, et 11% de la production de lait cru, et un apport fourrager ne dépassant pas les 7,3% de l'ensemble des superficies **(Temmar, 2005)**.

1-2. Evolution de la production laitière

La production laitière collectée durant l’année 2012, était de 756 millions de litres, dont près de 160 millions de litre par les 14 filières du secteur laitier public. Près de 80% du lait collecté est valorisé sur les circuits de transformations du secteur privé au nombre de 139 unités, conventionnées avec l’ONIL dont une dizaine exploitant intégralement du lait cru et bénéficiant de la prime d’intégration de 6 DA/l (Itlev, 2013).

La production totale de lait en Algérie a atteint 2,92 milliard de litres en 2011 dont 73 % de lait de vache (figure13). En 2009, la production a atteint 2,39 milliards de litres dont 73 % de lait de vache, 16 % de lait de brebis, 9 % de lait de chèvre et 2 % de lait de chamelle. Selon les années, la production de lait de vaches participe à hauteur de 70 à 75 % dans la production nationale de lait. De plus l’essentiel du lait collecté est le lait de vache.

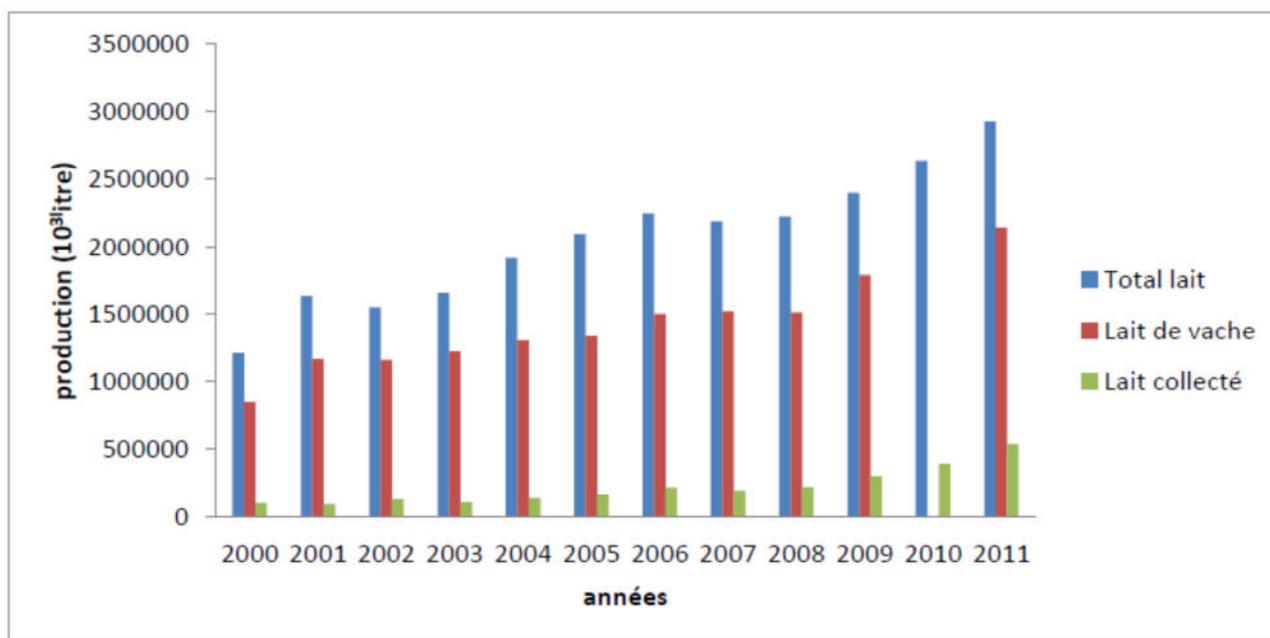


Figure 13 : Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté (Brabez, 2011).

Sur le plan territorial, la production de lait est concentrée dans les wilayas de Sétif (7,9 % du total national en 2011), suivie de la wilaya de Sidi Bel Abbes (5,9 %), de la wilaya de Skikda (3,9%), Tizi-Ouzou (3,4 %), Médéa (3,4 %), Mila (3,2 %), Mostaganem (3,15 %), enfin SoukAhras et Constantine avec 3,1 % chacune. Ces neuf wilayas réunissent presque 38,17 % de la production algérienne (Brabez, 2011).

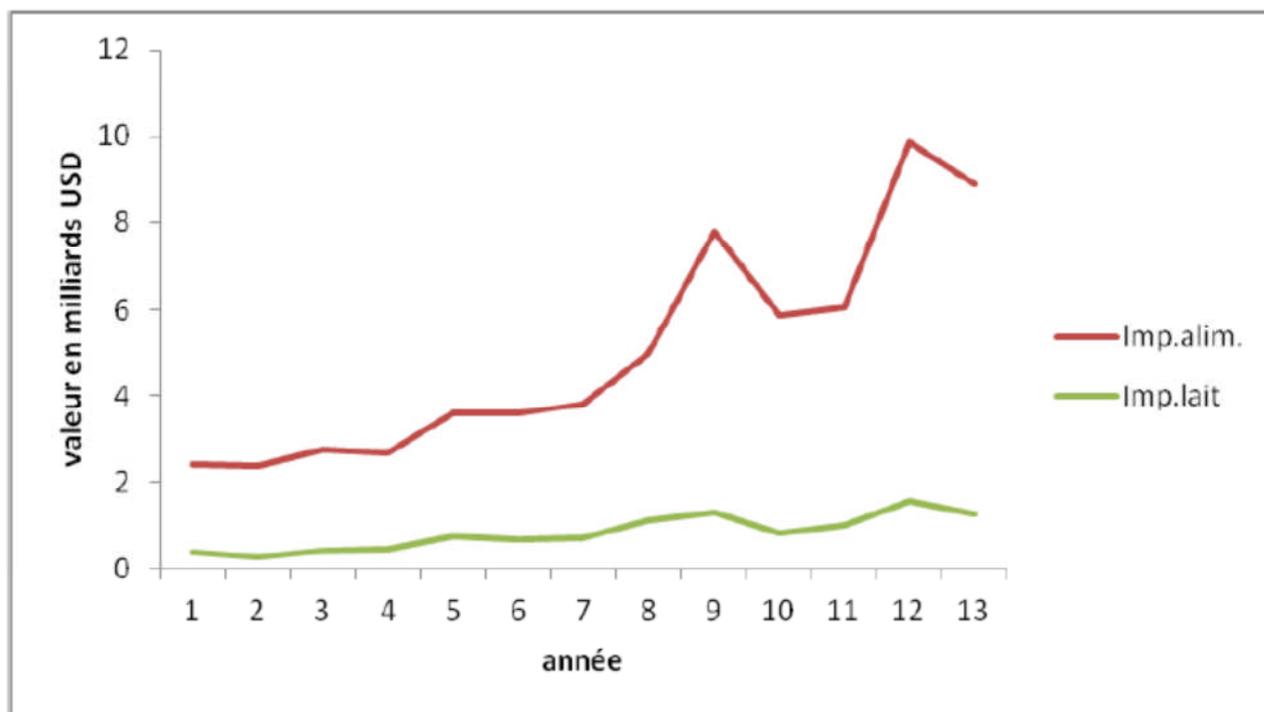
### 1-3. Importations

Acteur clé de l'industrie agroalimentaire, la filière Lait connaît une croissance annuelle de 8%. L'infrastructure industrielle a été conçue dans le but de répondre à une demande galopante pour le lait et les produits laitiers avec la perspective de développer la production laitière et d'en faire la principale source d'approvisionnement en matière première et de l'intégrer dans le processus de transformation. Mais avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait **(Mokdad, 2000 ; Hacini, 2007; SILAIT, 2008)**.

La flambée des prix de cette matière première sur le marché international a conduit les pouvoirs publics à mettre en oeuvre un programme quinquennal (2009-2010) d'intensification des productions agricoles, à l'effet d'augmenter la production de lait de vache et de l'intégrer dans les circuits de la production **(Bourbouzeet al.,1989; Madr,2009)**

En effet, selon l'Office National Interprofessionnel du lait en 2009, la production de lait cru a permis de par son intégration dans le processus de transformation au niveau des laiteries d'abaisser la facture d'importation de poudre de lait à environ 400 millions de dollars, contre 750 millions en 2008 **(Bouziani, 2009)**.

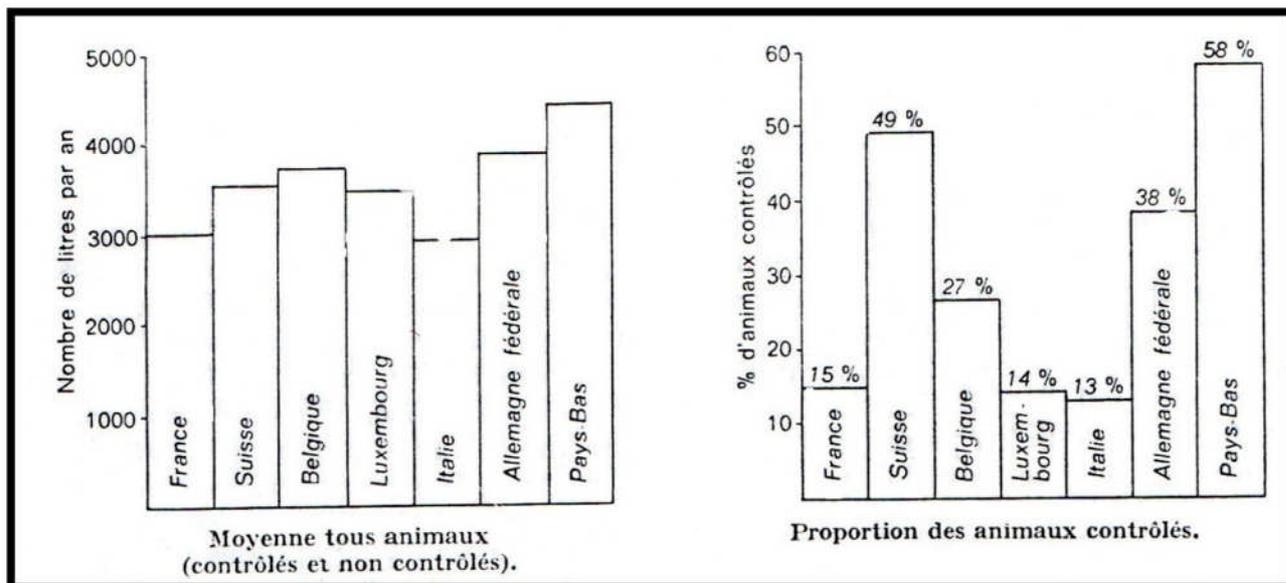
La figure 14 représente l'évolution des montants des importations alimentaires et laitières dépensés par l'Algérie pour la période (2000- 2012). Il est à remarquer que les importations laitières, représentent en moyenne 17% des importations des biens alimentaires durant la période étudiée, et suivent la même évolution des importations alimentaires globales. D'ailleurs l'Algérie est le deuxième importateur au monde de poudre de lait après la chine **(Kacimi El Hassani, 2013)**.



**Figure 14:** Evolution des importations alimentaires et des importations laitières de l'Algérie (2000- 2012) Valeur en milliards USD (Kacimi El Hassani, 2013).

## 2. Action de contrôle :

C'est un puissant instrument capable de développer considérablement la production laitière. Il a fait ses preuves, depuis longtemps, il n'intéressait que 0,4% du cheptel laitier. Heureusement, depuis 1945, le nombre des animaux soumis au contrôle a progressé notablement. En 1972, il atteint 1250000 contre 220000 en 1938. C'est encore peu si l'on songe qu'au Danemark 60% des animaux sont contrôlés et qu'en Angleterre comme en Allemagne fédérale l'effectif atteint 35 à 40%



**Figure 15:** production moyenne de troupeau laitier de quelques pays d'Europe (1971).

(Roger veisseyre; 1979)

Le contrôle laitier est réalisé sous l'égide de syndicats départementaux groupant les éleveurs. Ces syndicats aidés financièrement par les pouvoirs publics, rétribuent des contrôleurs dont la tâche est de visiter périodiquement les exploitations, afin de déterminer avec le maximum de précision, par pesée et analyse du lait, les productions laitières et beurrières qui correspondent, pour chaque animal, à une lactation complète. Le contrôle peut porter aussi, depuis quelques années, sur la teneur du lait en protéines. L'éleveur adhérent au syndicat de contrôle est en mesure de suivre régulièrement le rendement de chacune de ses vaches. Il peut éventuellement corriger le rationnement et, si les résultats ne s'améliorent pas, éliminer du troupeau les mauvais sujets.

Enfin, les chiffres de production individuelle déterminés par les syndicats de contrôle, complètent utilement les renseignements déjà consignés dans les livres généalogiques en ce qui concerne la pureté de la race, la conformation, la fécondité? Le contrôle laitier constitue ainsi l'un des moyens de sélection les plus efficaces à l'extension duquel il convient de travailler avec persévérance. Le comité fédératif national du contrôle laitier, groupant à l'échelon national tous les syndicats, s'est efficacement attelé à cette tâche.

Avec 54% de l'effectif, c'est la française frisonne pie-noire qui est soumise le plus souvent au contrôle. Vient ensuite la normande (26%) et la pie-rouge de l'est (10%) (**Roger Veisseyre,1979**).

### **3. Rôle de l'état:**

Depuis toujours, le lait est considéré comme un produit de première nécessité et à ce titre, il a souvent servi de lien obligé entre les diverses couches de la population (**Debry, 2001**).

Aujourd'hui, on distingue donc dans la réglementation deux aspects séparés:

-Celui lié à la composition dans la base juridique est le code de la consommation. Son but est d'abord de protéger l'acheteur, et de lutter contre la fraude et qui est de ce fait un instrument juridique pénal.

-Celui lié à l'état sanitaire et à la salubrité des produits dont la base juridique est le code pénal, dont le but est d'abord de prévenir le risque et qui est de ce fait un outil juridique de prévention (**Debrt, 2001**).

### **4. Modalité de contrôle:**

#### **4.1. Agréments:**

En Algérie, les conditions générales préalables pour l'établissement des agréments sanitaires des unités de transformation, de préparation, de stockage, d'entreposage et de transport sont fixés et définis par des textes réglementaires (**J. O, du mars 2004**). Ces textes expliquent les conditions suivantes:

-Aménagement des locaux de transformation et équipement en matériels.

-Aménagement des locaux de stockage.

-Conditions générales d'hygiène applicable aux locaux et au personnel.

#### **4.2. Plans de contrôle:**

À ce titre, le plan de contrôle s'attache par exemple à la vérification de la condition de fonctionnement des pasteurisateurs, à la vérification des conditions de production de tel ou tel produit avec analyse bactériologique et physicochimique ou à toutes autres analyses. Ces

actions complètent bien entendu celles qui sont régulièrement organisées à l'échelon départemental et qui visent à s'assurer:

- que l'agrément de l'établissement est toujours pertinent
- que les procédures de contrôle mises en place par le responsable de l'établissement sont bien réalisées et sont efficaces.
- que les actions de correction éventuelles prévues sont bien réalisées.
- que le plan de formation des agents est régulièrement suivi (**Vignola, 2002**).

#### **4.3. Plans de surveillance:**

Ils sont effectués sur divers types de production afin d'avoir une connaissance aussi précise que possible des éventuels problèmes de résidus (notamment physico-chimique) qui pourraient exister. Ce type d'action concerne aussi bien les éventuelles pollutions d'ordre alimentaire (aflatoxine) médicamenteuse (métabolites d'antibiotique, dérivés iodés) que celles buées à l'environnement (pollution directe) la terre par les résidus de pesticides, organochlorés, ou organophosphorés, ou indirecte par les rejets dans l'air des usines: dioxine, PCB..). La réalisation de ces plans nécessite un échantillonnage statique déterminé qui ne peut que donner une image générale de la situation. Les éventuels résultats positifs obtenus doivent entraîner une enquête approfondie locale ou générale afin, de proposer les mesures correctives à cette situation (**Vignola, 2002**).

# **La partie expérimentale**

# **Matériels et méthodes**

## Partie expérimentale

---

### Date et lieu du travail :

Notre travail s'est déroulé dans la période de janvier jusqu' au avril année 2017/2018 dans la ferme pilote de l'université de Tiaret et une ferme dans la zone de karman .Les prélèvements sont traités au sein de l'institut vétérinaire de Tiaret.

### Echantillon :

Les échantillons sont des prélèvements du lait de vaches gravides et allaitantes ( nombres des vaches allaitantes(5) et les vaches gravides(5))

### 1) analyse du lait :

#### Le prélèvement :

La réalisation de prélèvement du lait est comme suit .

1-Nettoyage des trayons lors de la préparation de la traite.

2-Désinfection soignée de l'apex du trayon

3-Porter des gants à usage unique. employer des flacons stériles à ouverture assez large et munis d'un bouchon à vis (de préférence ). Incliner le flacons à 45° et ne l' ouvrir qu'au dernier moment .

4-Evacuer le premier jet de lait et collecter 3ou 4 jets en pinçant le trayon entre le pouce et l indexe .Un volume de 3à 5 ml est suffisant .Le flacon doit demeurer ouvert le moins long temps possible . Attention , ne pas poser le bouchon sur le bord du quai (ou dans un autre endroit sale) .

Identifier correctement le prélèvement :date ;animal avec un stylo feutre indélébile et qui ne bave pas

5-La simplification des procédures de prélèvement est toujours possible .Elle augmente la probabilité de contamination de l'échantillon et donc le risque de produire un résultat non exploitable ou même non significatif . (Gakber 2013 )

## Partie expérimentale

---

01=gestante	06= vide
02=gestante	07= vide
03=gestante	08= vide
04=gestante	09= vide
05=gestante	10= vide

### 2) Matériels et méthode :

Notre étude s'est déroulée sur une période de 3 jours .une partie de nos analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de biochimie et de microbiologie du département des sciences vétérinaires



Figure 16: spectrophotomètres

#### A-1-Matérielsutilisés :

##### a-Appareillage et verrerie :

Le matériel à usage unique est acceptable au même titre que la verrerie réutilisable, Si ses spécifications sont similaires.

##### b-Appareils pour l'analyse :

- Un autoclave pour l'incubation
- Un spectrophotomètre



Figure 17 : lait dilués

#### A-2-La dilutions :

Les dilutions un /dix sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. On prépare autant de tube qu'il y a de dilutions à effectuer en prenant des tubes stériles dans lesquels on pipette aseptiquement 9ml d'eau distillée et 1ml de lait à l'aide d'autre pipette.

En fait la dilution pour l'appareil de spectrophotomètre :pour lire les résultats.

## Partie expérimentale

---

### A-3-La biochimie :

#### A-3-1 –Les compositions de lait :

##### a-Le glucose :

-Procédure de travail :

##### 1. Conditions d'essai :

-Longueur d'onde : .....505nm

-Cuvette : .....1cm d'éclairage

-Température : .....37°C/15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction d'eau distillée.

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	...	10	....
Echantillons (µl)	....	....	10

4. Incubation : 10 min a 37 °C ou 20min à température ambiante (15-25°C).

5. Lire l'absorbance (A) de standard et échantillons.

6. Le calcule :

$$\frac{(A) \text{ d'2chantillons } * 100(\text{la concentration de standard})}{(A) \text{ Standard}} = \text{mg /dl}$$

(A) Standard

## Partie expérimentale

---



**Figure 18** : les étuves pour analyse

### **b- La protéine totale :**

-Procédure de travail :

#### 1. Conditions d'essai :

-La longueur d'onde :.....540nm

-Cuvette .....1cm d'éclairage

-Température :.....37°C/15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction d' eau distillée

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard ( $\mu$ l)	.....	25	.....
Echantillons ( $\mu$ l)	.....	.....	25

## Partie expérimentale

---

5. Incubation : 5 min a37°C ou 10min à température ambiante

6-Lire l'absorbance (A) de standard et d'échantillons

7-Les calculs :

$$\frac{(A) \text{ échantillon} * \text{standard}(\text{concentrations})}{(A)\text{standard}} = \text{g/dl}$$

### c-Albumine :

-Procédure de travail :

1. Condition d'essai :

-La longueur d'onde.....630nm

-Cuvette :.....1cm d'éclairage

-Température.....15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction d' eau distillée

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	.....	5	.....
Echantillons (µl)	.....	.....	5

## Partie expérimentale

---

5. Incubation : 10 min à température ambiante (15-25)°C

6. Lire l'absorbance (A) de standard et d'échantillons

7. Les calculs :

$$\frac{(A) \text{ échantillons} \quad * \quad 5 \text{ (la concentration de standard)}}{(A) \text{ de standard}} = \text{g /dl}$$

### d-Phosphores :

- Procédure de travail :

1. Conditions d'essai :

-La longueur d'onde :.....340nm

-Cuvette :.....1 cm d'éclairage

-Température :.....37/30/25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en condition d' eau distillée

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	.....	10	.....
Echantillons (µl)	.....	.....	10

4-Incubation : 5 min

5- Lire l'absorbance (A) de l'échantillons et de standard

## Partie expérimentale

---

6-Les calculs :

$$\frac{(A) \text{ échantillons} \times 5 \text{ (la concentration de standard)}}{(A) \text{ standard}} = \text{mg /dl}$$

(A) standard

### e-Cholesterol :

-Procédure de travail :

1. Conditions d'essai :

-La longueur d'onde :.....505 nm

-Cuvette :.....1cm d'éclairage

-Température :.....37°C/15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction d' eau distillée

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	.....	10	.....
Echantillons (µl)	.....	.....	10

4. Incubation : 5 min a 37°C

5-Lire l'absorbance (A) de standard et d'échantillons

6- Les calculs :

$$\frac{(A) \text{ Echantillons} \times 200 \text{ ( concentrations de standard )}}{(A) \text{ Standard}} = \text{mg/dl}$$

(A) Standard

## Partie expérimentale

---

### f-Calcium :

-Procédure de travail :

#### 1. Conditions d'essai :

- La longueur d'onde :.....570 nm

-Cuvette :.....1cm d'éclairage

-Température :.....37°C/15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction d'eau distillée

3. Pipette pour une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillons
Réactif (ml)	2,0	2,0	2,0
Standard (µl)	.....	20	.....
Echantillons (µl)	.....	.....	20

4. Incubation : 5 min a 37°C/ 15-25 °C

5. Lire l'absorbance (A) de standard et d'échantillons

6. Les calculs :

(A) échantillons \* 10( la concentration de standard)

————— = mg /dl

(A) Standard

### g-Triglycérides :

-Procédure de travail :

#### 1. Conditions d'essai :

- La longueur d'onde :.....505 nm

-Cuvette :.....1cm d'éclairage

## Partie expérimentale

---

-Température :.....37°C/15-25°C

2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée

3. Pipeter dans une cuvette :

	Blanc	Standard	Echantillon
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	.....	10	.....
Echantillon (µl)	.....	.....	10

4. Mélanger et incuber pendant 5 minutes a 37°C ou 10 min a 15 25 °C

5. Lire l'absorbation (A) du standard et d'échantillon

**6. Les résultats:**

(A) d'échantillon \* 200 (la concentration de standard )

\_\_\_\_\_ =mg /dl

(A) de standard

# Résultats

## Partie expérimentale

---

Le lait contient du lactose ; et le dosage du glucose malgré qu'il rentre dans la composition du lactose mais son dosage est n'est correcte .

1/Résultats du glucose :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Echantillon	694,1	152,9	58823,5	252,9	988,2	423,5	805,9	76,5	117647	317,6

La moyenne : 18018.2mg/dl

Ecart-type : 39520.65 alors la moyenne est de 18.08+-3.95

2/Protéine totale :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678
Echantillons	474,1	296,3	587	451,9	387	316,7	357,4	361,1	325,9	422,2

La moyenne : 397.9 mg/dl

Ecart-type : 88.37

3/Albumine :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287
Echantillons	24,2	4	1,6	4	35,7	23,9	73,2	21,2	20,5	19,9

La moyenne : 22.8

Ecart-type : 20.76

4/ Phosphore :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Echantillons	47,4	29,6	58,7	45,1	38,7	31,6	35,7	36,1	32,5	42,2

La moyenne : 39.8

Ecart-type : 8.85

## Partie expérimentale

---

5/ Cholesterol :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
Echantillons	164,6	65,8	37,4	103,2	94,1	63225	10,32	5161	81,2	7741

La moyenne : 7686.4

Ecart-type : 19708.94

6/ Calcium :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018
Echantillons	145,8	111,2	119,4	122,1	126,6	123,8	107,4	109,4	103	126,2

La moyenne :119.5

Ecart-type : 12.48

7/ Triglyceride :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Echantillon	47333	32000	20666	6000	66666	8000	44000	4333	46000	11333

La moyenne : 28633.3

Ecart-type : 21996.29

## Partie expérimentale

---

### B) Bactériologie :

#### 1- Enrichissement :

En fait 9 ml de Gelose nutritif avec 1ml de lait .....dans un autoclave pendant 24 heures

#### 2-Encemencement :

Les milieu de culture ( Chapman et Maconkay ) dans des boites de pétri .....dans le four pendant 30 minutes pour le séchage

Puis en fait étalement de lait sur les milieu , puis en fait les boites de pétri dans l'autoclave pendant 24 heures

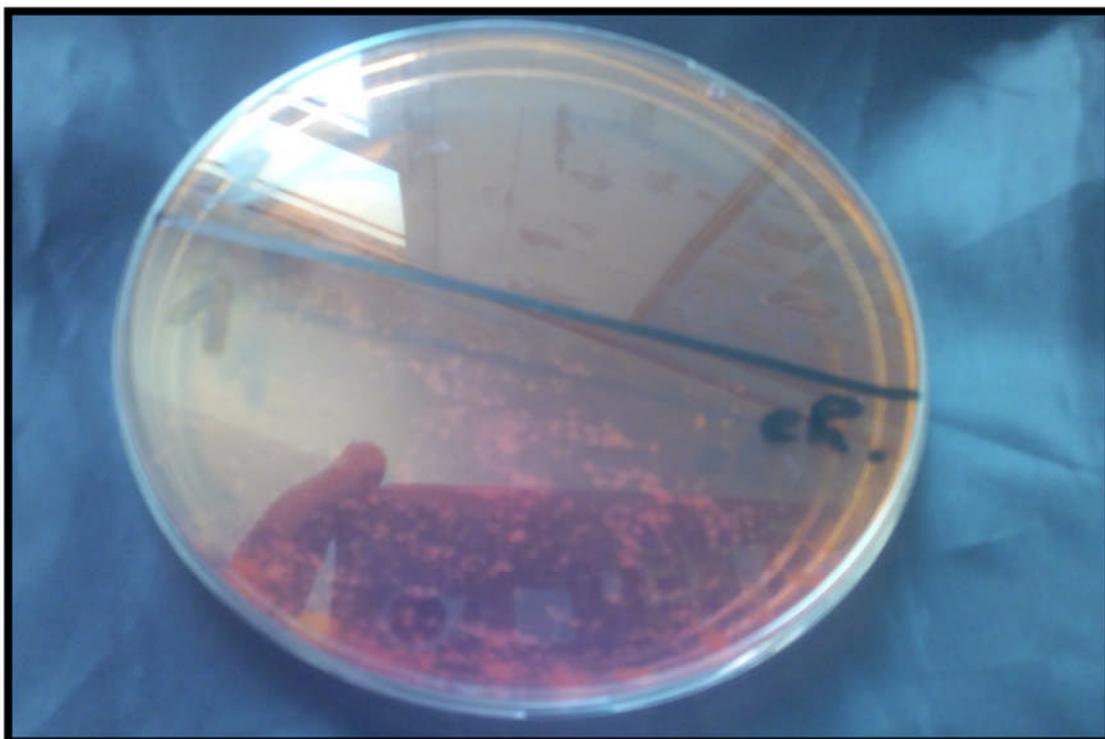
#### 3-Les résultats :

Tableau n° : Résultat de l'étude bactériologique des vaches.

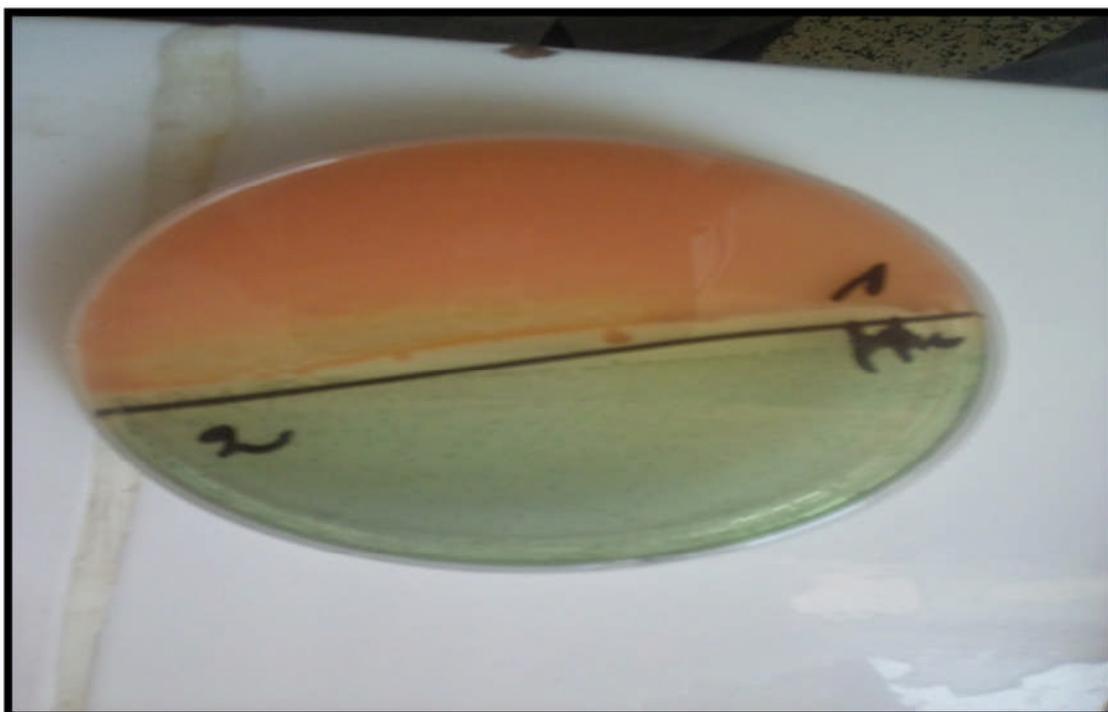
	Chapman	Maconkey
Vache 1	Colonies blanc ( positif )	Colonies orange (positif )
Vache 2	Negatif	Colonies vertes (positif )
Vache 3	Colonies dorés ( positif )	Colonies oranges ( positif )
Vache 4	Colonies blanc (positif )	Colonies verts (positif )
Vache 5	Negatif	Colonies vert (positif )

## Partie expérimentale

---



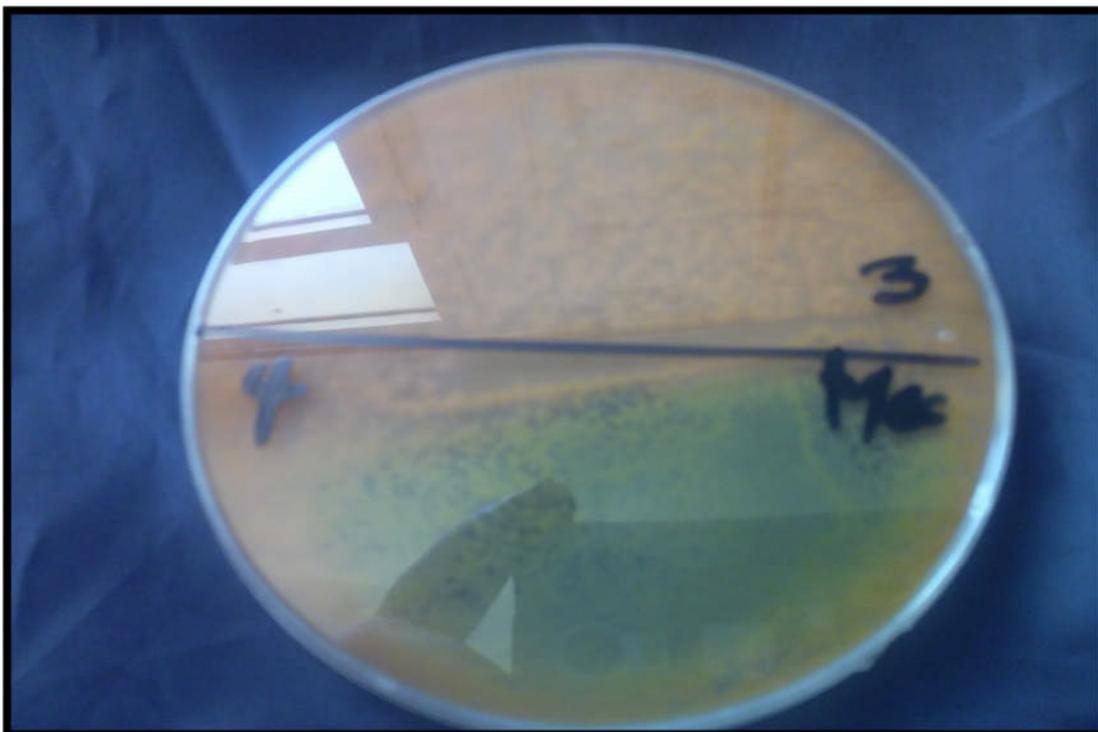
**Figure 19** : Présence des colonies sur milieu Chapman pour les vaches 01.02



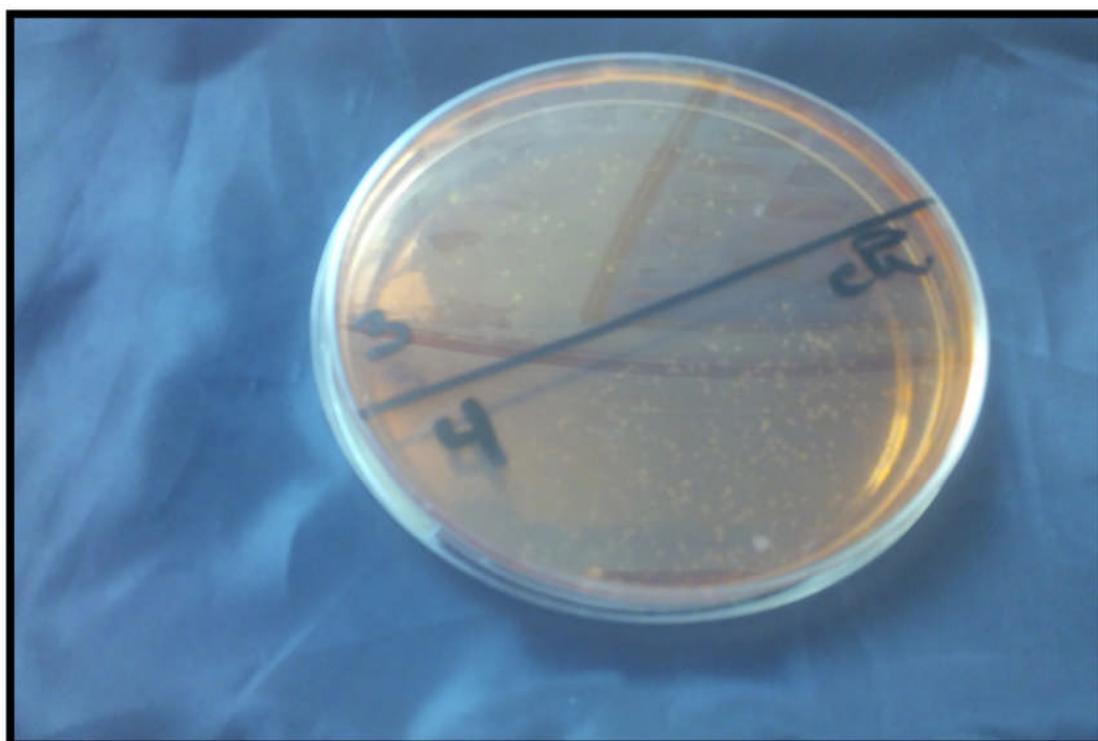
**Figure 20** : Présence des colonnes sur milieux Hectoen pour les vaches 1 et 2

## Partie expérimentale

---



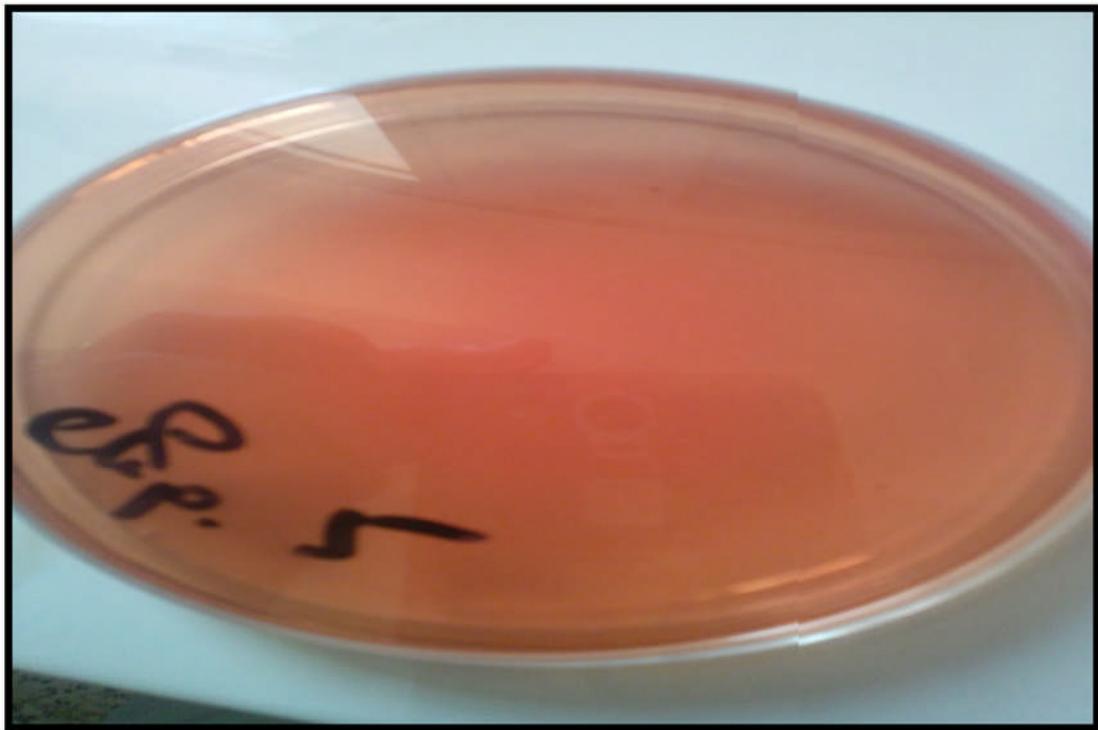
**Figure 21** : Recherche des germes sur milieux Hectoen pour les vaches 3 et 4



**Figure 22** : Recherche des germes sur Chapman pour les vaches 03.04

## Partie expérimentale

---



**Figure 23** : Recherche des germes sur Chapman pour la vache n°05



**Figure 24** : Recherche des germes sur Hectoen pour la vache n°05

# Discussion

## Partie expérimentale

---

**La discussion :**

### **1/le glucose :**

On trouve que la quantité de lactose dans lait fraiche est de 5 g/100 g ( Lactrase et l'intolérance au lactose ) mais dans notre travail ; on trouve que il est de 18.01821 mg/l. Cette valeur est n'est pas correcte et elle ne reflété pas le taux exacte du lactose malgré qu'il est composé d' une molécule de glucose et d'autre du galactose.

### **2/ Les protéine totale :**

On trouve que la quantité de protéine dans le lait est de 30 à 40 g/l ([www.naturalexix.com/compositios](http://www.naturalexix.com/compositios) et valeur du lait .htm) alors que dans notre travail en trouve 39.796g/l. notre valeur est identique à celle trouvée dans la bibliographie.

### **3/Albumine :**

On trouve la quantité d'albumine sérique : c' est serum albumine bovine (SAB) dans le lait 7 /100 des protéines du lacto-serum ([Ciriha.org/index.php/Allergies-et intolerances-2/Le lait/compositions-et-propietes-du-lait-de-vache](http://Ciriha.org/index.php/Allergies-et_intolerances-2/Le_lait/compositions-et-propietes-du-lait-de-vache)) mais dans notre travail en trouve que la quantité est :22.82.

Nos résultats sont inferieure de ce qui trouvés dans la bibliographie.

### **4/Phosphore :**

On trouve la quantité de phosphore dans le lait c'est 96 mg /100ml selon ([www.naturalexix.com/composition\\_et valeur nutritive du lait .htm](http://www.naturalexix.com/composition_et_valeur_nutritive_du_lait_.htm)) mais dans notre expérimentation on trouve : 39.76 mg/dl .Cette valeur est vraiment inferieure de ce qui est trouvé dans la bibliographie et cela peut être expliquer par la mauvaise alimentation de nos vaches.

### **5/Cholestérol :**

On trouve dans le lait de vache 14 mg/l ([www.naturalexix.com/composition et valeur nutritive du lait.htm](http://www.naturalexix.com/composition_et_valeur_nutritive_du_lait.htm) ) .dans notre travail ; la quantité de cholestérol dans le lait c'est 7686.36

## Partie expérimentale

---

mg/dl (7.68g/l). Cette valeur est aussi inférieure ce qui explique un taux butyreux faible ; et un faible teneur en matière sèche.

### 6/Calcium :

On trouve dans ([www.naturalexis.com/composition](http://www.naturalexis.com/composition) et valeur nutritive du lait .htm )

en trouve 125 mg/100 ml alors que dans notre travail ;On trouve 119.49 mg /dl. Le taux du calcium est presque le même et cela indique que le calcium a une bonne teneur.

### 7/Triglycéride :

La quantité de graisse dans le lait est 35 à 60 g/l ([www.naturalexis.com/composition](http://www.naturalexis.com/composition) et valeur nutritive du lait .htm ) . dans notre travail la quantité est de 28.63 m /l . Cette valeur est un peu faible par rapport à la bibliographie et cela peut être expliqué par la mauvaise qualité de l'alimentation.

# Conclusion

## Conclusion

---

En conclusion ; dans notre travail l'étude biochimique de lait des dix vaches a une teneur variable :

Le taux du lactose est ignoré par rapport au technique du dosage du glucose

-Le taux du cholestérol est de : (7.68g/l)

Le taux du triglycéride est de : 28.63 m /l

-Le taux du calcium est de : 119.49 mg /dl

-Le taux du phosphore est de : 39.76 mg/dl

-Le taux d'albumine est de : 22.82

-Le taux de la protéine totale est : 39.796g/l

### Recommandation :

Pour un bon rendement ; sur le plan qualité du lait ; il faut respecter une bonne d'alimentation de point de vue qualité et quantité en plus hygiène de la mamelle et bonne santé de l'animal fait un défi majeur.

# Référence

## Référence

---

- **Abdelmaleket Gibson, 1952:** studies on the abctériologie of milk J, Dairy Res 1919-294.
- **Aboutayeb R., (2009)**Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- **Alais C 1965:** Science de lait principal des techniques laitières, 3eme édition, Paris maison rustique.
- **Alais C, 1984** Science du lait principe et techniques laitière 4 édition sepaic, paris.
- **Andelot P, 1983:** le contrôle laitier, facteur d'amélioration technique, ReV lait franc.416: 15-16.
- **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.
- **Barone R, 1978:** anatomie comparé des mammifères domestiques- Tome 3 et ses annexes- péritoine et topographie abdominale-v
- **Bitman J , word D , mille et al , 1996**comparaison of milk and blood lipids jersey and Holstein –cows fed total mixed ration with or without whole cottonseed J dairysci.
- **Bourbouze A., Chouchen A., Eddebbagh A., Pluvinage J. et Yakhlef H., 1989.** Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. In: Le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires méditerranéens,
- **Bouvier C 1993,** le lait la nature et les hommes, Explora, presse pocket, paris.
- **Bouziani A., 2009.** La lettre ALGEX. Lettre bimensuelle n°18.pp :1-2. <http://www.algex.dz/content.php?artID=1384&op=51>
- **Brabez F., 2011.**Les contrats dans l'agriculture : cas de la filière lait. Colloque International - Algérie : cinquante ans d'expériences de développement Etat -Economie-Société,1-11.
- **Brule G, 1987:** les minéraux, In cepil (1987) le lait matière première de l'industrie laitière cepil-INRA, paris, 87-98.
- **Cauty I. et Perreau J.M., 2003.** La conduite du troupeau laitier. Edition France agricole, 287p.
- **Charon C, 1986:** les produits laitieres Tec et Doc lavoiser, paris.
- **Cheftel J .C,Cuq J .L Iorient D, 1985:**protiénes alimentaires Tech et DOC lavoisier, paris.
- **Cheftel J-C, CheftelH 1977**introductiona la biochimie et a la technologie des aliments; technique et documentation

## Référence

---

- **CIDIL, 1991.**
- **Coulon J B et al, 2003** : caractéristique nutritionnel des produit laitiers et variation selon leur origine INRA prod Anim .
- **Coulon J.B.et Hoden R., 1991.** Maitrise de la composition chimique du lait, influence des facteurs nutritionnels sur la qualité et les taux de matière grasse et protéique. INRA Prod.Anim.,45(5) ,361-367.
- **Crayot P, Iorvien D, 1998.** Structure et fonctions des protéines de lait. Tec et Doc .Lavoisier, 130, FIL 48.
- **Debriel E, 2008:** les analyses bactériologiques du lait désinfections mamelles Bovins applicable au cabinet vétérinaire en pratique courante et leur intérêt dans le traitement de mamite. Thèse. Doct, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France,5.
- **Debry G, 2001:** lait, nutrition et suite technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Denamer R, 1965:** the hypothalamo-neurophysico-system and the milk ejection reflex DarrySciAbst. 27, 193-224.
- **Derivau X J. et Ectors E ,1980:** physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Les éditions de point vétérinaire. Maison Al-fort.
- **Duker H. H, 1939:** the physiology of domestic animals. Ed 4, London.
- **Eigle et al 1984:** Eigle WN, Buther JE, Erntson CA et al 1984 Nomenclature of proteins of cowsmilk : fifth revision.
- **Ejane et Michela et Wattiaux** composition et valeur nutritive de lait l' institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier .
- **FAO, 2004.** Guide de bonnes pratiques en élevage laitier. Rome, 32 p.
- **FOX et al, 1987:** Food analysis. Factors affecting the quality of dairy products chemistry-university college, department of dairy and food, Republic of Ireland.
- **Fredote., (2007)** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).
- **Got, 1971:** les enzymes du lait AMM Nutr Alim, 25:A291-A311.
- **Goursaud J, Boudier IF, 1985.** Composition et propriétés physicochimiques, lait et produits laitiers. Lavoisier, Paris-Tome 1.
- **Guirand J Et Galzyp, 1980:** l'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire collection génie alimentaire Ed l'usine.

## Référence

---

- **HAMMOND J, 1927:** the physiology of reproduction in the cow. Cambridge university press London.
- **HYLAN ET AL, 1984:** principal of dairy technology. University Mousse. Iraq.
- **Idelman S, 1994:** Endominaloggie, fondemants, physiologiques.OPU Alger.
- **ITLEV (Institut technique de l'élevage en Algérie),2013 .** L'agriculture : 50ans de labour et labour. Infos élevage / : Dynamique de développement de la filière lait en Algérie,
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G., (2007)** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier
- **Jensen R, Newburg 1955.**Hand book of milk. Composition –general-description of milk .Academic press.
- **Kacimi El Hassani S 2013** La dépendance alimentaire en Algérie: importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution? Mediterranean Journal Of Social Sciences
- **Kitchen BJTaylor GC white IC 1970:**Milkenzyme. Their distribution and activity. Dairy Rec.
- **Kuzdzal – Savoie S. 1959-** influence d'alimentation et du climat sur la teneur en matières grasses du lait . AMM. Nutr-Alim,13, A207 –A231.
- **Kuzdzal Et Macqout, 1960:** observations sur la qualité organoleptique du lait. Ann technol. Agric 1,5-52.
- **Lambin S, German A, 1961:** précis de Microbiologie. Masson et Cie, paris.
- **Lankveld J MG ,1995:**proteinstandardizedmilk produit composition and propriétés-IDF brussels 70-85.
- **Larpent J P 1997** microbiologie alimentaire: technique de laboratoire, Ed DOC Tec pp 1072.
- **Lenoir 1985:** lenoir J, 1985 : les casiénés du lait, RLF, 440: 1723.
- **Linden 1987:** linden G, 1987, les enzymes –lait matière première de l'industrie laitière-INRA-paris.
- **Madr, 2009.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Communication sur le development de la production laitière.
- **Maetinet, 11972 :** pour comprendre la traite. L'elevage, lors série. L'exploitation moderne du roupeau laitier (Bovins), 169.
- **Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P, 2000 :** Les produits industriels laitiers Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
- **Marc et Gilbert, 2013 :** gestion de l'elvage, bovin laitier

## Référence

---

- **Mathieu, J 1998:** initiation à la physicochimie du lait 2eme édition francais de beek:1061.
- **Mc Mahon DjEt Brown Rj 1984:** composition structure and integrety of casein micelles: a review.
- **Mokdad F., 2000.** Importation des produits laitiers : L'Algérie, éternelle vache à traire.Agroligne.
- **Ouakli T. et Yakhlef H., 2003.** Performances et modalités de production laitière dans la Mitidja. Annales de la rechercheagronomiqueINRAA ; N°6, 32p.
- **Peereboom J.W.C,1969** Modern views on the physical structure of the globules in milk an crèam. Fette, siefenantstchmittel, 71 (4), 414-322.
- **Pien J, 1975:** physicochimie du lait. Tech lait, 841: 13-149844: 21-23.
- **Plommet M, 1987:** la traite et les infections de la mamelle Aune notre aliment.20, 4357.
- **Pointurier H, 2003:** La gestion matières dans l'industrie laitier Edition tech et Doc La voisien.
- **POUGHEONS .et GOURSAUD J., (2001)**Le lait caractéristiques physicochimiques *In DEBRY G.,* Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- **Prof. Ch Hanzen, 2009-2010:** Anatomie physiologie de la glande mammaire et de trayon.
- **RattrayW,Gallman P, Jelen P, 1997.** Nutritional, Sersory and physico-chemical characterizationof protein standardized UHT milk, lait.
- **Rosolofo , 2010 .** actes de l'atelier international CIRAD-FAO .
- **Ruffo (1968-** the role of the celle count in in the diagnosis of chronic staphylococcal mastidis .
- **Sérieys F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières. Edition France agricole. 220-224..
- **Temmar N., 2005.** Le marché de lait en Algérie. Fiche de synthèse ambassade de France en Algérie. Mission économique MINEFI-DETPE,5p.
- **Thapon J.L., (2005)** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 pages).
- **Transaction D'algie., (2010)** Selon un rapport d'UBI France l'Algérie premier importateur africain de denréesalimentaires, <http://transactiondalgerie.com/>
- **Veisseyre R, 1979:** technologie du lait: constitution récolte traitement et transformation du lait 3 édition; la maison rustique, paris.

## Référence

---

- **Vignola, Carole L, 2002**Science et technologie du lait : transformation du lait Ed, presse international polytechnique, Ecole polytechnique de Montréal, 2002.
- **Walstra , 1999**. On the stability of casein micelles. J. dairy Sci.
- **Whittier E. O. 1944**- lactose and its utilization. J. Dairy Sci . 27. 505.
- Lactase et l'intolérance au lactose
- [Ciriha.org/index.php/Allergies-et-intolerances-2/Le-lait/compositions-et-proprietes-du-lait-de-vache](http://Ciriha.org/index.php/Allergies-et-intolerances-2/Le-lait/compositions-et-proprietes-du-lait-de-vache)
- [www.naturalexix.com/composition et valeur du lait .htm](http://www.naturalexix.com/composition-et-valeur-du-lait.htm)
- [www.naturalexix.com/composition et valeur nutritive de lait .htm](http://www.naturalexix.com/composition-et-valeur-nutritive-de-lait.htm)
- [www.naturalexix.com/composition et valeur nutritive du lait .htm](http://www.naturalexix.com/composition-et-valeur-nutritive-du-lait.htm)
- [www.naturalexix.com/composition et valeur nutritive du lait .htm](http://www.naturalexix.com/composition-et-valeur-nutritive-du-lait.htm)