

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

Faculté Des Sciences

Départements Des Sciences Agronomiques

N° :.....



DOMAINE : Science De La Nature Et De La Vie

FILIERE : Science Agronomiques

OPTION : Production et nutrition animales

*Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique*

Intitulé

**Contribution à l'étude des facteurs de variation des paramètres
physico-chimiques du lait cru dans la région de M'sila.**

Présenté par : Chikhaoui Hadjer

Mezghiche Maroua

Jury composé de:

M	GUERMAH.H	Université de M'sila	MCB	Président
M	DEBECHE.E	Université de M'sila	MAA	Rapporteur
Mm	ZEMOURI.L	Université de M'sila	MAA	Examineur

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter nos profondes gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur Mr Debeche, pour sa précieuse aide, ces orientations et le temps qu'il nous a accordé pour notre encadrement.

Nous tenons à remercier les membres de jury Mr Guermah H et Mm Zemouri L pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail.

Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à :

- ✓ Tous les responsables et le personnel pour leurs entières disponibilités et coopérations lors de la réalisation de ce travail.
- ✓ L'ensemble des techniciens, le personnel de la bibliothèque de la faculté Science de la Nature et de la Vie et Tous nos chers enseignants qui ont participé à notre formation durant cinq années.
- ✓ Nos Parents et à nos Familles pour leurs présences et leurs soutiens pendant cette année et toutes celles qui l'ont précédée.
- ✓ Nos amis qui ont toujours étaient présents, leurs collaborations ou leurs soutiens morals ont contribué à la réalisation et l'achèvement de ce travail.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de notre mémoire.

Merci 

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la chandelle de ma vie, à la lumière de mon univers .à la source de tendresse, à la femme qui m'a mis du monde ma mère. A l'homme qui mérite tous mon grand respect et ma profonde reconnaissance, et qui je lui remercie mon père pour ces conseils.

Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous apporte .Ce travail n'est que le fruit de votre soutien, de votre encouragement, de vos prières, de votre amour si profond, Je souhaite que ce mémoire vous apporte la joie.

A mes frères et ma petite sœur : Younes, Ismail et Douaa.

A toute ma famille, veuillez accepter l'expression de ma profonde gratitude pour votre soutien, et encouragement.

A mes amies

Houda,Sihem,Bouchra,Ikram,Maroua,,Racha,Cherifa,Fatima,Halima,Imen,Randa,Khalida , Meriem ,merci pour votre amour, amitié. Vous étiez toujours là pour me soutenir, m'aider et m'écouter.

Et plus particulièrement à mon binôme et amie Mezghiche Maroua qui m'a accompagné durant ce projet.

A tous ceux que j'aime, je dédie ce mémoire, ainsi à tous mes enseignants tout au long de mon parcours de mes études.



Chikhaoui Hadjer

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A la lumière de ma vie mes très chers parents, que dieu les garde et les protège : ma chère mère celle qui m'a donnée la vie qui je ne peux pas imaginer vivre sans elle à mon soutien de vie et mon père, la base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A mes chères sœurs Racha, Meriem et à mon frère Mounib.

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines : Anis, Yacine, Amine, Maria, Bouthaina. A toute la famille Mezghiche et Kolli.

A mes chères amies avec qui j'ai partagé des moments très agréables: S.Halima, Nassima, Khaoula, Bouchra, Sihem, Meriem, Cherifa, Randa, Khalida, Fatima, Halima, Imen.

A mon collègue dans ce travail, mon amie Chikhaoui Hadjer.

A tous les étudiants de ma promotion sans oublier tous mes enseignants du primaire jusqu'à la fin de notre formation.

A tous ceux qui sont chers et que j'ai oublié.



Mezghiche Maroua

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre1: Généralité sur le lait

1.1 Définitions du lait.....	1
1.2 Importance Nutritionnelle.....	1
1.3 La composition du lait de vache	2
1.3.1 L'eau.....	3
1.3.2 Matière grasse.....	3
1.3.3 Glucides	5
1.3.4 Protéines.....	5
1.3.4.1 Matières azotées protéiques.....	5
1.3.4.2 Matières azotée non protéiques.....	6
1.3.5 Minéraux	6
1.3.6 Vitamines.....	7
1.3.7 Les enzymes	8
1.4 Qualité organoleptique	9
1.4.1 La couleur	9
1.4.2 L'odeur.....	9
1.4.3 La saveur	9
1.4.4 La flaveur	9
1.5 Propriétés physico-chimiques du lait	9
1.5.1 Définition du lait du point de vue physico-chimique	9
1.5.2 Propriétés physico-chimiques.....	10

1.5.2.1 Le Ph.....	10
1.5.2.2 L'acidité.....	10
1.5.2.3 La densité.....	11
1.5.2.4 Le point de congélation.....	11
1.5.2.5 Le point d'ébullition.....	11
15.2.6 La masse volumique	12

Chapitre 2 : Les méthodes Des analyses physico-chimiques

2.1 Méthodes de références	13
2.1.1 Détermination du pH	13
2.1.2 Détermination de l'acidité	13
2.1.3 Détermination de la densité.....	14
2.1.4 Détermination taux de la matière grasse.....	14
2.1.5 Détermination la teneur en matière sèche totale.....	15
2.1.6 Détermination du taux d'extrait sec dégraissé	15
2.1.7 Détermination du taux protéique.....	15
2.2 Méthodes rapides	18
2.2.1 Lactostar	18
2.2.2 Les appareils infrarouges	19
2.2.3 Milko scan 300	20
2.2.4 Milko Tester	21

Chapitre 3 : Les facteurs de variation de la composition du lait

3.1 Facteurs liés à l'animal.....	23
3.1.1 La race.....	23
3.1.2 Facteurs physiologique	23
3.1.2.1 Age et nombre de vêlage	23
3.1.2.2 Stade de lactation	24
3.1.2.3 Numéro de lactation	24

3.1.2.4 Effet de stade de gestation	25
3.1.2.5 Etat sanitaire.....	25
3.2 Facteurs liés à l'environnement	26
3.2.1 Alimentation	26
3.2.2 Saison.....	27
3.2.3 Climat	28
3.2.4 Nombre de traite.....	28

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition moyenne du lait de vache.....	2
Tableau 2 : Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physicochimiques (g/100 g de matière grasse).....	4
Tableau 3 : Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache.....	8
Tableau 4 : Propriétés physiques usuelles du lait de vache.....	10
Tableau 5 : Influence du numéro de lactation sur la qualité du lait produit et la matière grasse.....	25

Liste des figures

Figure 1 : Composition de la matière grasse du lait (Tamime, 2009).	4
Figure 2 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2008).	7
Figure 3 : Principe du Lactostar de l'analyse de lait (Gerber, 2001).	19

Liste des abréviations

%	Pourcentage.
°C	Degré Celsius.
°D	Degré Dornic.
µg	Microgramme.
µm	Micromètre.
AFNOR	Association Francaise De Normalisation.
AG	Acide Gras.
ANP	Apport Non Protéique.
D/C	Double Concentration.
ESD	Extrait Sec Dégraissé.
EST	Extrait Sec Total.
FAO	Food and Agricole Organization (Organisation des Nations Unis pour l'Agriculture et l'Alimentation).
G	Gramme.
g/l	Gramme par litre.
H	Heur.
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation).
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne.
Kg	Kilogramme.
L	Litre.
M	Mètre.
MG	Matière Grasse.
Min	Minute.
ml	Millilitre.
MS	Milko-Scan.
MTA	Milko Tester Automatique.
N°	Numéro.
Nm	Nanomètre.
pH	Potentiel Hydrogène.
SNG	solides non gras.
TB	Taux butyreux.

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment de haute qualité nutritive très riche et équilibré, qui permet de couvrir une grande partie des besoins nutritionnels. Il constitue l'une des principales sources alimentaires et énergétiques en calcium, protéines, lipides et vitamines rééquilibrant ainsi la ration alimentaire de consommateurs. Grâce à cette richesse dans sa composition, l'homme recherche aussi des produits agréables à son goût, qui par ailleurs, lui procure une bonne part de son équilibre alimentaire durant la vie (**Luquet, 1990**).

Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale et considéré comme acteur clé de l'industrie agroalimentaire (**Slait, 2008**).

Selon **Petranxiene et Lapied (2002)**, Le contrôle de la qualité du lait est une nécessité fondamentale, donc il est inévitable de mesurer des paramètres physico-chimiques (pH, l'acidité, matière grasse, la densité, taux protéique, matière sèche totale, l'extrait sec dégraissé). Mais il y a plusieurs facteurs qui affectent la qualité physico-chimique du lait que ce soit liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire,...), soit au milieu (alimentation, saison, traite,...) **Coulon (1991)** cité par **Pougheon (2001)**.

Le but de notre travail est de déterminer les facteurs de variation de la qualité physico-chimique du lait cru de vache, collectés dans la région de M'sila.

Notre travail est composé de deux parties :

- Dans la première, on a entamé une étude bibliographique englobant des généralités sur le lait, ainsi que les méthodes des analyses physico chimique du lait et les facteurs de variation de la qualité physico-chimique du lait.
- Dans la partie pratique il été prévu de mettre les matériels et les méthodes utilisés dans ce travail ainsi que les analyses des paramètres physico-chimiques retenues pour le traitement des données mais à cause de COVID-19 on n'a pas réalisé le travail du terrain donc la partie pratique n'est pas réalisée.

Chapitre 1 :

Généralité sur le lait

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

1.1 Définitions du lait

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes nourissants (**Aboutayeb, 2009**).

Le lait est un aliment complet qui garantit un apport non négligeable en protéines, lipides, sels minéraux notamment, en calcium, phosphore et en vitamines (**Bernard et Carlier, 1992**).

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**Alais, 1975**).

Le **Codex Alimentarius** en **1999**, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation. Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2009**).

Le lait cru recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle, soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant le transport dans le cas d'exploitations importantes, dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée (**Guiraud, 2003**). Le lait doit provenir d'animaux sains, soumis à un contrôle vétérinaire, d'une préparation (traite, conditionnement, stockage) effectuée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes (**Schuck et al., 2000**).

1.2 Importance Nutritionnelle

Le lait joue, un rôle très important dans l'alimentation humaine, tant au point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal facilement utilisables. Comparativement aux autres aliments, il constitue un élément de haute valeur nutritionnelle (**Leroy et al., 1965**).

Selon le même auteur, L'intérêt alimentaire du lait est :

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

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

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes Humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Le lait assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme Vitamines A, D, E (liposolubles) et Vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (**Cheftel et Cheftel, 1977**). La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrées en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (**Debry, 2001**).

1.3 La composition du lait de vache

Selon **Alais et al. (2008)**, le lait constitue une source nutritionnelle et énergétique importante. En effet, il contient des protéines de haute qualité et de matières grasses. En plus, il peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. L'eau constitue la composante majeure (98%) du lait qui se divise en plusieurs phases, à savoir ; une solution varie contenant les sucres, les protéines solubles, les minéraux et les vitamines hydrosolubles ; une solution colloïdale contenant les protéines, en particulier les caséines et une émulsion de matières grasses dans l'eau (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition moyenne du lait de vache.

Constituants	Teneur (g/Kg)	Pourcentage (%)
Eau	870-875	87-87.5
Matières azotées:Caséines	12,5-13,0	1,25-1,30
Protéines solubles	5,0-6,0	0,5-0,6
Azote non protéique	1,5-2,0	0,15-0,2
Matière grasse	35-45	3,5-4,5
Minéraux	8,0-9,5	0,8-0,95
Lactose	48-50	4,8-5,0

(**Mahaut et al., 2000**)

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

1.3.1 L'eau

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

D'après **Amiot et al., (2002a)**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront pas se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

1.3.2 Matière grasse

Les matières grasses sont les éléments majeurs du lait (30 à 60 g/l), dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage; elles se trouvent en émulsion sous forme de globules gras individualisés (0.1 à 20 μm de dimension) (**Danthine et al., 2000**).

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre, elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E, et K (**Luquet, 1985**).

Les matières grasses du lait sont la majoritairement présentes sous forme de globules gras de diamètre compris entre 0,2 et 15 μm et qui sont entourée d'une membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait ». Cette enveloppe protectrice est un assemblage complexe de protéines, de phospholipides, de glycoprotéines, de lipides neutres, d'enzymes et d'autres composés mineurs, elle agit comme un émulsifiant naturel permettant la dispersion de la matière grasse dans le plasma du lait, de ce fait elle contribue au maintien de l'émulsion (**Jeantet et al., 2007**).

La matière grasse du lait se composent principalement de triglycérides, phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (**Chilliard et al., 2007**).

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

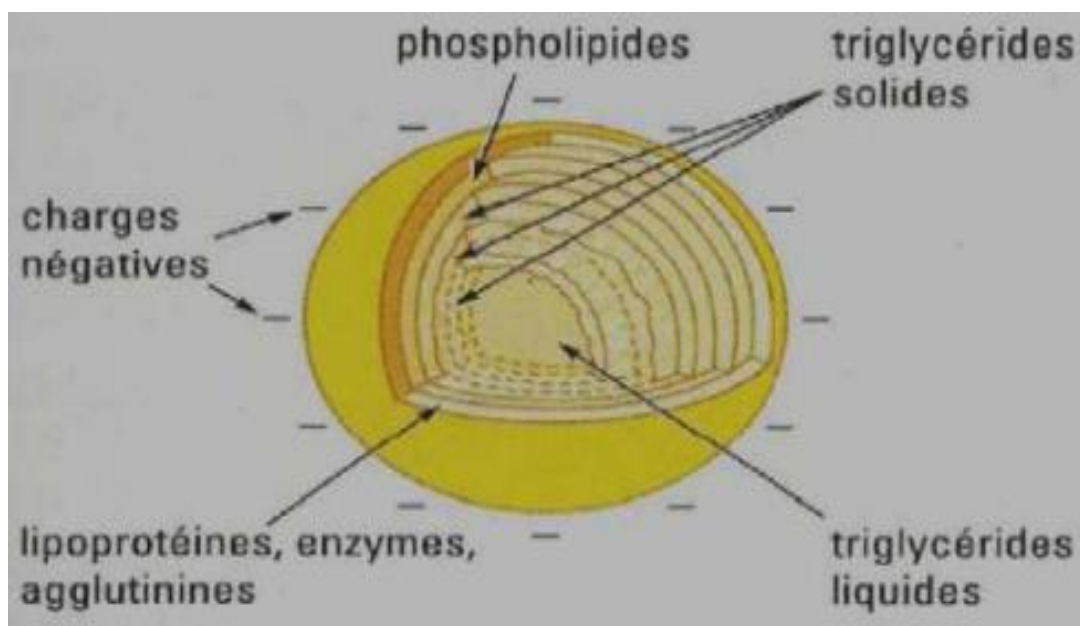


Figure 1 : Composition de la matière grasse du lait (Tamime, 2009).

Tableau 2 : Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physicochimiques (g/100 g de matière grasse).

Constituants lipidiques	Proportions (%)	Localisation
Triglycérides	96-98	Globule gras
Diglycérides	0,3-1,6	Globule gras
Monoglycérides	0,0-0,1	Globule gras
Phospholipides	0,2-1,0	Membrane du globule gras et lactosérum
Cérébrosides	0,0-0,08	Membrane du globule gras
Stéroïdes	0,2-0,4	Globule gras
Acides gras libres	0,1-0,4	Membrane du globule gras et lactosérum
Esters du cholestérol	Traces	Membrane du globule gras
Vitamines	0,1-0,2	Globule gras

(Lupien, 1998).

1.3.3 Glucides

Quantitativement, ils sont les constituants les plus importants après l'eau. Le sucre principal du lait est le lactose. Il représente 40% de la composition moyenne du lait de vache. C'est un disaccharide constitué d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (**O'Connor et Tripathi, 1991**).

Le lactose est un solide blanchâtre qui est en solution vraie dans le sérum du lait. Les propriétés physiques qui comptent le plus dans les transformations industrielles sont la solubilité, la cristallisation, et le pouvoir sucrant (**Génin, 1959**).

D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose. En outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines (**Amiot et al., 2002b**).

1.3.4 Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes. Elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Cheftel et Lorient, 1982**).

La matière azotée du lait est divisée en deux parties : la matière azotée protéique (correspond à 95 % de l'azote total) et la matière azotée non protéique. En fonction de leur solubilité à pH 4,6, les protéines du lait peuvent être réparties en deux catégories : les caséines (insolubles à ce pH) et les protéines du lactosérum (solubles à pH 4,6) (**Guillou et al., 1986**).

1.3.4.1 Matières azotées protéiques

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de 80% de caséines et 20% de protéines solubles qui englobent les lactalbumines, sérum albumines, et immunoglobuline (**Jeantet et al., 2007**).

- **Caséines**

Les caséines sont de petites protéines native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0,5% et magnésium 0,1% (**Adrian et al., 1995**). Le caséinate de calcium forme une dispersion colloïdale dans le lait (**Jeantet et al., 2007**).

- **Protéines solubles ou protéines du lactosérum**

Certaines protéines du lactosérum sont synthétisées dans la glande mammaire (α -lactalbumine, β -lactoglobuline) et d'autres proviennent du sang (sérum albumine, lysozyme...).

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

Ces protéines ont différents rôles. A titre d'exemple, la β -lactoglobuline a un rôle nutritionnel. L' α -lactalbumine et la plasminine ont un rôle enzymatique. Les immunoglobulines ont un rôle protecteur. La lactoferrine permet le transport d'ions inorganiques (**Ribadeau-Dumas, 1991**).

Les protéines de lactosérum ont une valeur nutritive majeure en nutrition humaine, car elles sont riches en acides aminés essentiels. Les protéines solubles représentent environ 20% des protéines totales du lait de vache. Elles sont constituées essentiellement de la β -lactoglobuline bovine (50-55%) et de l' α -lactalbumine (20-25%). On note également la présence de la sérumalbumine, à faible valeur nutritionnelle, des immunoglobulines et de la lactoferrine qui n'en ont pas du tout (**Leymarios, 2010**).

1.3.4.2 Matières azotée non protéiques

Ce sont des composés à poids moléculaire faible qui appartiennent à plusieurs familles chimiques, le plus important est l'urée ; on trouve aussi des acides aminés libres, des peptides et des bases organiques (**Mietton *et al.*, 1994**).

1.3.5 Minéraux

La matière minérale du lait (7g à 7,5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique (**Luquet, 1985**).

La fraction minérale est considérée mineure dans la composition du lait. En revanche, elle est importante tant d'un point de vue structural que nutritionnel et technologique. Le lait et ses constituants le principal apport de calcium et de phosphore dans la ration alimentaire. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Jeantet *et al.*, 2007**).

Les minéraux ont un rôle structural et fonctionnel : ils sont souvent impliqués dans le mécanisme physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatiques, contraction musculaire ...) (**Jeantet *et al.*, 2008**).

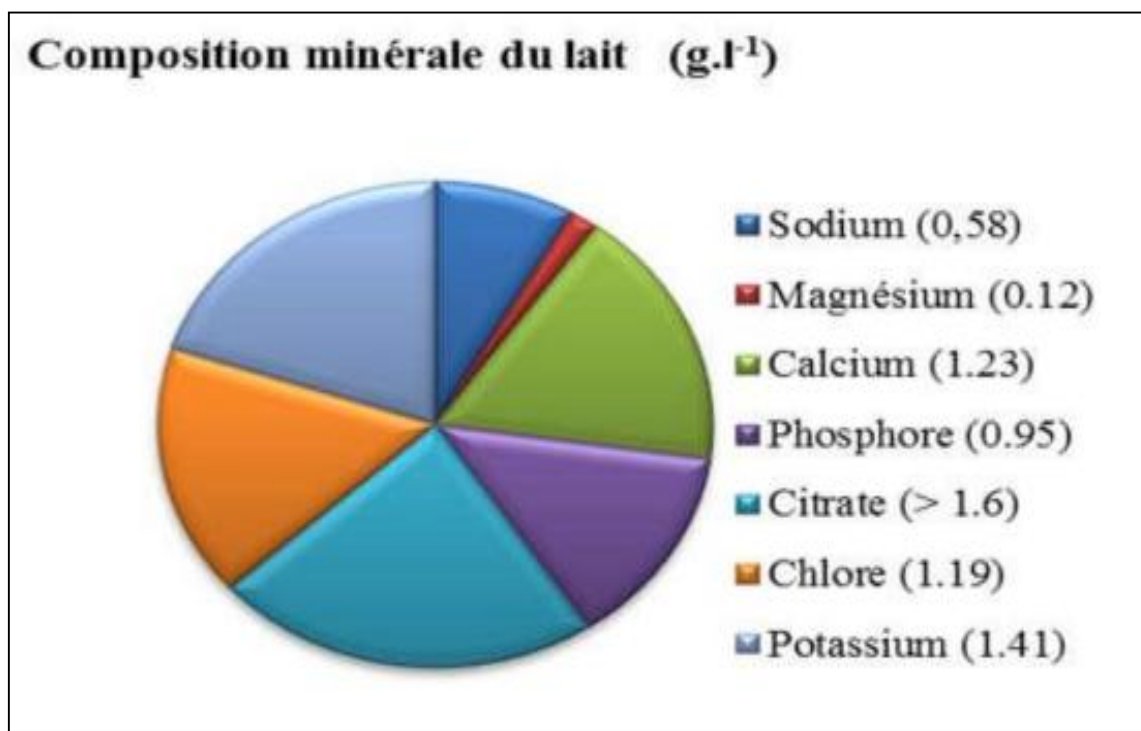


Figure 2 : Composition minérale du lait de vache(Jeantet *et al.*, 2008).

1.3.6 Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. Deux types de vitamines sont présents dans le lait, en l'occurrence, les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C); et les vitamines liposolubles (vitamine A, D, E et K) (Jeantet *et al.*, 2008).

Un litre de lait couvre pratiquement la totalité des besoins journaliers d'un être humain en cinq vitamines : A, B1, B2, B12 et B9 (Mahaut *et al.*, 2000).

La teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache est représentée dans le tableau suivant :

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

Tableau 3 : Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache.

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles :	
Vitamine A (+ carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2,4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles :	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	1 75 µg/1 00ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B1 2 (cyanocobalamine)	0,45 µg/1 00ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/1 00ml
Acide folique	5,5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3,5µg/100ml

(Lapointe-Vignola, 2002).

1.3.7 Les enzymes

Dans les conditions normales, le lait contient de nombreuses enzymes, ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par les cellules ou les organismes vivants, agissent comme des catalyseurs dans les réactions biochimiques (Luquet, 1985).

Selon Alais (1984), certains enzymes se trouvent concentrés dans la couche de la surface des globules gras, elles sont entraînées dans la crème (réductase aldéhydique, phosphatase); d'autres précipitent avec la caséine à pH=4,6 (protéase, catalase, lipase) (Adrian *et al.*, 1995).

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, pouvant jouer un rôle très important soit par la lyse des constituants originaux du lait soit assurant un rôle antibactérien (protection au lait), soit des indicateurs de qualité hygiénique, de traitement thermique et d'espèce (Pougheon et Goursaud, 2001). Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (Amiot *et al.*, 2002a).

1.4 Qualité organoleptique

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

L'auteur Vierling (2008), nous a donné les définitions suivantes pour chaque caractéristique de lait :

1.4.1 La couleur

Elle est blanche opaque, plus ou moins jaunâtre due à la présence du β -carotène et à la matière grasse.

1.4.2 L'odeur

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique.

1.4.3 La saveur

Il a une saveur légèrement sucrée due à la présence d'un taux de lactose. Elle évolue en fonction de la température du lait lors de la dégustation.

1.4.4 La flaveur

Résulte d'un équilibre subtil entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc. En interaction avec une matière lipidique et protéique.

1.5 Propriétés physico-chimiques du lait

1.5.1 Définition du lait du point de vue physico-chimique

Le lait est une émulsion (dispersion grossière) de matière grasse dans une solution colloïdale de protéine dont le liquide intermicellaire est une solution vraie (Kodio, 2005).

La connaissance des propriétés physicochimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés (El Marnissi *et al.*, 2013).

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

1.5.2 Propriétés physico-chimiques

Le tableau suivant montre un exemple sur les propriétés physiques du lait de vache

Tableau 4 : Propriétés physiques usuelles du lait de vache.

Constantes	Valeurs
pH (20°C)	6.5 à 6.7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1.028 à 1.036
Température de congélation (°C)	-0.51 à -0.55
Point d'ébullition (°C)	100.5

(Luquet, 1985).

1.5.2.1 Le pH

Le pH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate et aussi selon les conditions environnementales (Alais, 1984a). Le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (Goursaud et Boudier, 1985).

Le Ph du lait de vache fraîchement traité se situe un peu en dessous de la neutralité, un faible changement du PH du côté acide a des effets importants sur l'équilibre des minéraux et sur la stabilité de la suspension colloïdale de caséine (Alais et Linden, 1997).

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH (Kouamé-Sina *et al.*, 2010).

1.5.2.2 L'acidité

L'acidité naturelle est principalement due à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales tels que les phosphates, CO_2 , et acides organiques le plus souvent l'acide citrique (Amiot *et al.*, 2002a). L'acidité est exprimée en degrés DORNIC c'est à dire en décigrammes d'acide lactique par litre (Veisseyre, 1975).

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine (**Alais, 1984a**).

L'acidité est exprimée en "degré Dornic" ($^{\circ}\text{D}$), ce dernier exprime la teneur en acide lactique: $1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g}$ d'acide lactique. L'acidité titrable est comprise entre 15°D et 18°D (**Alais, 1984a**).

1.5.2.3 La densité

Pour une même espèce, la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle est également variable en fonction de la température. A 20°C , la densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1,030 et 1,033. La densité du lait fraîchement extrait de la mamelle est instable et tend à augmenter avec le temps (**Seydi, 2004**).

1.5.2.4 Le point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre $-0,54^{\circ}\text{C}$ et $-0,55^{\circ}\text{C}$ (**Mathieu, 1998**).

Lapointe- Vignola (2002) a montré que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence des solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de $-0,530^{\circ}\text{C}$ à $-0,575^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne à $-0,555^{\circ}\text{C}$. Un point de congélation supérieur à $-0,530^{\circ}\text{C}$ permet de soupçonner une addition d'eau au lait.

La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055^{\circ}\text{C}$ (**Goursaud et Boudier, 1985**).

1.5.2.5 Le point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit $100,5^{\circ}\text{C}$. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (**Lapointe-Vignola, 2002**).

Chapitre 1 : Généralité sur le lait

L'ébullition propre du lait a lieu à 100°C ; cependant, lorsqu'on porte le lait sur le feu, à une température voisine de 80 à 90°C, il y a une montée du lait, c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition du lait (Boivert, 1980).

1.5.2.6 La Masse volumique

Selon Amiot *et al.* (2002); La masse volumique, le plus souvent exprimée en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, est une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température. Pour diminuer l'effet de la température, on utilise souvent la densité relative.

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m⁻³. La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension. Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m⁻³, la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 (d_{20/4}) (Pointurier, 2003b).

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m⁻³(Thomas *et al.*, 2008).

Chapitre 2 :

Les méthodes des analyses physico-
chimiques du lait

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

Plusieurs méthodes sont utilisées pour les analyses, nous allons les classées en deux groupes.

2.1 Méthodes de références

2.1.1 Détermination du pH

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH-mètre qui permet la mesure d'une différence de potentiel hydrogène (**Kamoun, 1977**).

Un volume de lait est versé dans un bécher dans lequel l'électrode du pH-mètre est introduite. Le pH de l'échantillon est obtenu par lecture directe du chiffre affiché sur l'appareil après sa stabilisation (**Audigie et al., 1986**).

Le principe

Elle consiste à la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence réunies en un système d'électrodes combiné (**Vallières, 1997**).

2.1.2 Détermination de l'acidité

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine (**Alais, 1984b**).

La méthode de dosage de l'acidité par titrage permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait (**Lapointe-Vignola, 2002**). Les laits normaux ont une acidité de 14 à 18 °D (**Guiraud, 2003**).

Selon le même auteur, l'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de soude dornic (N /9). En présence de Phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Le principe

L'acidité Dornic est déterminée par un titrage de l'acidité par une solution alcaline (NaOH) (N/9) en présence de phénophtaléine (**Amariglio, 1986**).

Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même, aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates (**Pougheon, 2001**).

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

2.1.3 Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (**Pointurier, 2003a**).

Le principe

La densité du lait est obtenue à l'aide d'un thermo lactodensimètre, elle se fait par une simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement (**Martin et Coulon, 1995**).

Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C) (**Mathieu, 1998**).

2.1.4 Détermination du taux de la matière grasse

Teneur en matière grasse du lait est une fraction massique de substances, exprimée comme fraction massique et en pourcentage (**ISO, 1999**).

2.1.4.1 La méthode gravimétrique

La présente méthode spécifie une technique de référence pour la détermination de la teneur en matière grasse du lait de bonne qualité physicochimique (**ISO, 2010**).

Le principe

La méthode est basé sur une solution ammoniac-éthanolique d'une prise d'essai est extraite au moyen d'oxyde diéthylique et d'éther de pétrole. Les solvants sont éliminés par distillation ou évaporation, puis la masse des substances extraites est déterminée (**ISO, 2010**).

2.1.4.2 La méthode acido- butyrométrique (Gerber)

La teneur en matière grasse a été déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber (**AFNOR 1993**), qui consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool isoamylique de la matière grasse libérée (**AFNOR, 2001**).

Le principe

La méthode est basée sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire et les graduations du butyromètre révèlent le taux (**AFNOR, 1980**).

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

2.1.5 Détermination de la teneur en matière sèche totale

Symbolisé par E.S.T extrait en matière sèche totale, représente la teneur en matière sèche totale exprimé en grammes de matière sèche par litre de lait cru (**JORA, 2013**).

La matière sèche est une fraction massique des substances restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente norme nationale, la matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (**JORA, 2013**). C'est l'ensemble des substances présentes dans le lait à l'exclusion de l'eau. La teneur en extrait sec du lait se diffère selon l'espèce. La cause de cette différence est essentiellement due à la teneur en matière grasses (**Alais, 1984b**).

Le principe

Une prise d'essai est pré-séchée sur un bain d'eau bouillante et l'eau restante est par la suite évaporée dans une étuve à une température de $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (**JORA, 2013**).

2.1.6 Détermination du taux d'extrait sec dégraissé

Symbolisé par E.S.D extrait sec dégraissé, représente la teneur en matière sèche dépourvue de matière grasse, exprimée en grammes d'extrait sec dégraissé par litre de lait cru, obtenue par différence pondérale de l'extrait sec total et de la matière grasse (**N.A., 1998**).

Le principe

Le taux de l'extrait sec dégraissé exprime la teneur en éléments secs débarrassés de la matière grasse, beaucoup plus constante que la matière sèche totale, elle est presque toujours voisine de 90 g/l (**Veisseyre, 1975**).

$$\text{ESD (g/l)} = \text{EST} - \text{MG}$$

2.1.7 Détermination du taux protéique

2.1.7.1 Méthode de Kjeldahl

C'est une méthode très généralisée et sert souvent de méthode de référence. Pendant longtemps et jusqu'à des temps récents, elle a été à peu près la seule méthode valable pour la détermination de l'azote. La teneur en protéines de la matière organique est obtenue par multiplication de la teneur en azote minéral par un coefficient moyen qui représente la richesse en azote des protéines animales ou végétales. La teneur en azote minéral est donnée par dosage soit après minéralisation ou pyrolyse du produit, soit directement à l'aide de méthodes d'activation. La méthode de Kjeldahl est une méthode simple, facile à mettre en œuvre, précise, fiable et peu coûteuse. Toutefois, c'est une méthode longue nécessitant 2 heures de minéralisation,

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

dangereuse puisque nécessitant de l'acide sulfurique concentré à chaud et de l'hydroxyde de sodium concentré posant ainsi des problèmes environnementaux. Par ailleurs, la méthode de Kjeldahl ne permet pas de doser les nitrates et les nitrites (**Guillou et al., 1986**).

Le Principe

Minéralisation d'une prise d'essai avec un mélange d'acide sulfurique concentré et de sulfate de potassium, en utilisant du sulfate de cuivre (2) comme catalyseur pour convertir ainsi l'azote organique présent en sulfate d'ammonium. (la fonction du sulfate de potassium est d'élever le point d'ébullition de l'acide sulfurique et de permettre d'obtenir un mélange oxydant plus fort pour la minéralisation). Addition d'hydroxyde de sodium excédentaire au minéralisât refroidi pour libérer de l'ammoniac. Distillation de l'ammoniac libéré dans un excédent de solution d'acide borique, puis titrage en utilisant de l'acide chlorhydrique. Calcul de la teneur en azote à partir de la quantité d'ammoniac produite (**ISO, 2001**).

Problèmes liés à la méthode

Des problèmes sont directement liés aux méthodes de dosage de l'ammoniaque. La distillation avant le titrage nécessite beaucoup d'attention. La diffusion est une technique trop longue (2 h) et les résultats obtenus sont moins élevés qu'avec la méthode par distillation. En colorimétrie, certains facteurs peuvent avoir une influence sur le développement de la coloration : stabilité du pH, choix des tampons présence de certains ions (**Guillou et al., 1986**).

2.1.7.2 La méthode colorimétrique au noir Amido

La méthode paraît bien convenir au dosage rapide des matières azotées du lait. Elle a été particulièrement développée en Norvège, pour le dosage de petites séries d'échantillons et pour le dosage de grandes séries d'échantillons, elle est rapide de dosage des matières azotées du lait, suffisamment précise et fidèle. La méthode Noir Amido, plus simple à mettre en œuvre, est basée sur la formation d'un complexe insoluble entre le colorant et les protéines, puis sur la mesure de l'absorbance de la solution qui reste après l'élimination du complexe (**Alais et al., 1961**).

Le Principe

La réaction, avec les protéines du lait, un excès de solution du colorant dans un tampon phosphate citrate à pH 2,45. A cette valeur de pH, inférieure au point isoélectrique, les protéines sont chargées positivement (groupements basiques de l'histidine, de l'arginine et de la lysine) et elles se combinent avec les molécules du colorant chargées négativement ;

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

il en résulte la coloration et la précipitation de ces protéines. La détermination de l'excès du colorant en mesurant la densité optique du surnageant. Plus la quantité de protéines est grande, plus la densité optique est faible et inversement (**Alais *et al.*, 1961**).

Comparaison entre les deux méthodes d'analyse du taux protéique

La méthode au Noir Amido, de mise en œuvre est plus facile que la méthode de Kjeldahl, mais néanmoins calibrée par rapport à la méthode Kjeldahl, qui a été choisie pour assurer de manière suffisamment économique les analyses de routine des protéines. Actuellement la méthode Noir Amido tend à devenir méthode de référence secondaire dans de nombreux laboratoires où la spectrophotométrie infra rouge est utilisée comme méthode de routine. Mais parallèlement, d'autres laboratoires préfèrent, dans ce cadre, s'en tenir à la méthode Kjeldahl comme méthode de référence (**Keller et Neville, 1986**)

2.1.7.3 Méthode de Dumas

La méthode de Dumas est également basée sur le dosage de l'azote protéique par minéralisation poussée des protéines. Cette méthode est plus juste que la méthode de Kjeldahl puisqu'elle permet de doser toutes les formes de l'azote, mais elle est très délicate. Elle fonctionne bien sur des poudres homogènes. Les échantillons doivent de plus être d'un volume très réduit et ne pas contenir trop d'eau. Le lait, du fait de la présence des divers constituants (protéines, matière grasse, ...) se prête moins bien à cette technique. Elle a été supplantée par la méthode de Kjeldahl comme méthode de référence (**Guillou *et al.*, 1986**).

Le principe

Dans cette méthode, les substances organiques sont brûlées sous atmosphère d'oxygène dans un circuit fermé. L'excédent d'oxygène est fixé à haute température par de la poudre de cuivre. Les produits de la combustion (vapeur d'eau et gaz carbonique) sont absorbés par une solution concentrée de potasse. Les oxydes d'azote sont réduits, à chaud, par du cuivre en azote moléculaire (N₂). La teneur en azote moléculaire est mesurée volumétriquement au moyen d'une burette à gaz, ou par chromatographie en phase gazeuse (**Guillou *et al.*, 1986**).

2.1.7.4 Méthode de Kofranyi

Le principe

La méthode de Kofranyi repose sur la propriété qu'ont les protéines de libérer une certaine quantité d'ammoniaque, dans un milieu fortement alcalin (NaOH). L'ammoniaque est distillée (10 min), fixé par une solution d'acide borique et titré par HCL Le mécanisme

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

de la réaction est mal connu. La validité de la méthode est limitée car toutes les protéines ne possèdent pas le même nombre d'acides aminés susceptibles de libérer de l'ammoniaque. Cette méthode a été appliquée au lait. Elle a été utilisée comme méthode de dosage de routine. Elle a l'inconvénient d'être coûteuse et n'est, semble-t-il, plus utilisée la daciqye hydrolyse alcaline des protéines suivie d'une réaction de coloration à la ninhydrine a été également utilisée (**Guillou et al., 1986**).

2.1.7.5 Méthode de Lowry

Le principe

Cette méthode utilise le réactif de Folin Ciocalteu qui en présence d'une protéine est réduit en un complexe bleu de molybdène .Lowry a fortement augmenté la sensibilité du dosage en faisant précéder la réaction d'un pré traitement par un réactif au cuivre en milieu basique. La lecture de la coloration est faite à 750 nm pour le maximum de sensibilité.

La spécificité de la méthode est faible, elle se prête mal aux dosages des protéines dans les milieux biologiques ou produits alimentaires (lait, œufs, céréales ...) (**Lowry et al., 1951**).

2.2 Méthodes rapides

2.2.1 Lactostar

C'est un appareil parmi la nouvelle génération d'appareils d'analyse du lait avec nettoyage, rinçage et calibrage du point zéro complètement automatiques pour analyser le lait rapidement et avec précision et avec une seule mesure il permet de déterminer rapidement et de manière fiable plusieurs paramètres, Il mesure les matières grasses, les protéines, le lactose, les SNG (solides non gras), les minéraux et calcule le point de congélation et la densité du lait. LactoStar utilise un échantillon de lait de 12 ml et le fait passer dans des capteurs thermiques et optiques pour obtenir les résultats. Jusqu'à 30 échantillons peuvent être traités par heure. L'appareil contient 3 pompes : la pompe de mesure, la pompe de rinçage et la pompe de nettoyage (**Gerber, 2001**).

Le principe

L'échantillon de lait est aspiré dans les cellules de mesure au moyen d'une pompe. La teneur en matières grasses, ainsi que les SNG sont déterminés en utilisant les effets de mesure thermiques (RedBox). En outre, les protéines, le lactose, la densité et les minéraux sont déterminés à l'aide d'une deuxième cellule de mesure qui est équipée de technologies sensorielles d'impédance

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

/turbidité combinées à l'aide de 4 longueurs d'onde optiques différentes (BlueBox). Le point de congélation est calculé sur la base des valeurs mesurées qui sont déterminées (Gerber, 2001).

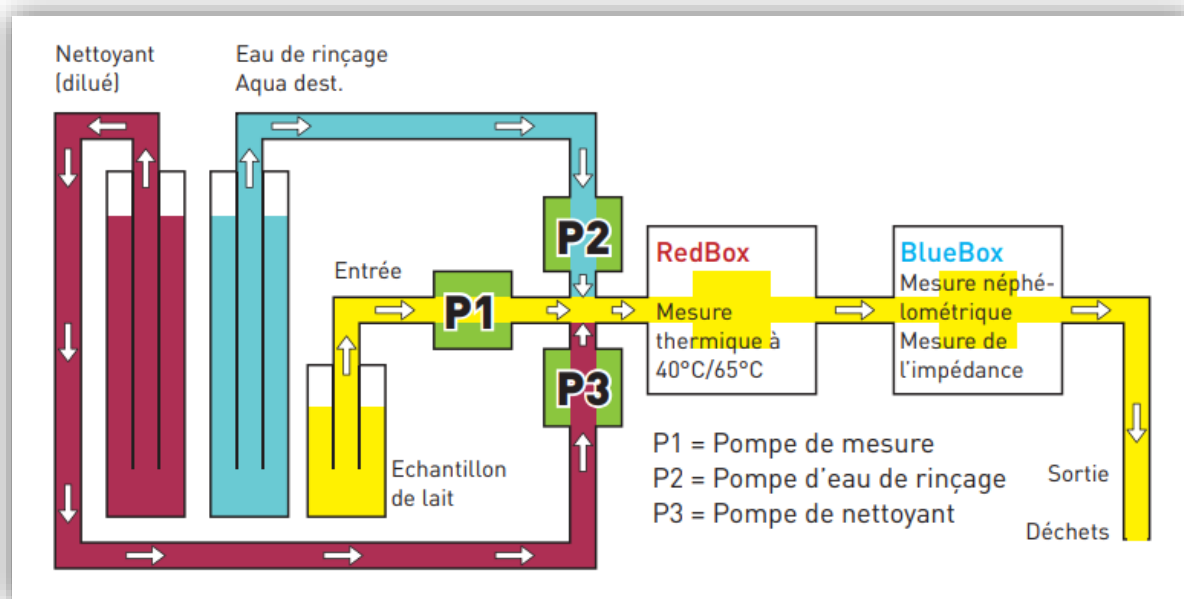


Figure 1 : Principe du Lactostar pour l'analyse de lait (Gerber, 2001).

2.2.2 Les appareils infrarouges

Appareils vendus dans le commerce qui, lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions définies dans la présente Norme internationale, permettent d'estimer la fraction massique de matière grasse, de protéines et de lactose du lait entier (les teneurs en matière grasse, en protéines et en lactose sont exprimées comme fraction massique, en pourcentage) (ISO, 1999).

Principe

Après homogénéisation de l'échantillon de lait, mesurage, à l'aide d'un spectromètre infrarouge, de la quantité de rayonnements absorbés par :

- Les groupements carbonyles des liaisons ester des glycérides à environ 5,7 μm (en général référencés comme étant le filtre A) et/ou par les groupements CH à environ 3,5 μm (en général référencés comme étant le filtre B) pour la détermination de la matière grasse ;
Les groupements amides secondaires des liaisons peptidiques à environ 6,5 μm pour la détermination de la teneur en protéines ;
- Les groupements hydroxyle du lactose à environ 9,6 μm pour la détermination de la teneur en lactose. Pour chaque composant, une estimation de sa teneur est faite par référence

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

à la quantité de lumière infrarouge absorbée soit par l'eau à la même longueur d'onde différente ne présentant qu'une faible absorption du composant mesuré (**ISO, 1999**).

Principales caractéristiques des appareils infrarouges

Les appareils disponibles dans le commerce sont équipés d'une ou deux cuves, d'une ou deux bandes d'onde par canal (composant), et se caractérisent par l'utilisation d'un système optique à simple ou à double faisceau, par le calcul électronique ou par l'emploi d'un servosystème pour évaluer les rayonnements transmis ; ils peuvent produire les longueurs d'onde adéquates, soit par un réseau de diffraction, soit par un réseau de diffraction, soit par des filtres optiques interférentiels, soit encore par un interférogramme modifié de Fourier. Les instruments peuvent présenter également des différences en ce qui concerne le nombre de longueurs d'onde spécifiques intervenant pour prédire la concentration d'un composant donné (**ISO, 1999**).

2.2.3 Milko scan 300

Le Milko-Scan 300, basé sur le même principe de mesure que l'appareil IRMA (spectrophotométrie infra-rouge) mais conçu et réalisé de manière originale. Au point de vue analytique, la conception de l'appareil permet d'obtenir une très bonne répétabilité et une précision acceptable par rapport aux méthodes de référence lorsque l'appareil est utilisé pour des contrôles zootechniques individuels ou en vue du paiement du lait suivant sa composition. Le Milko-Scan utilise un système d'analyse à double faisceau en longueur d'onde (**Grappin et Jeunet, 1976**).

Ce système consiste à sélectionner, pour l'analyse de chaque composant, deux faisceaux à bandes étroites de longueur d'onde, l'une ayant une longueur d'onde correspondant au pic d'absorption du composant à analyser (faisceau de mesure) et l'autre ayant une longueur d'onde voisine, pour laquelle l'absorption par le composant à mesurer est très faible (faisceau de référence). Les deux faisceaux passent alternativement au travers de la cuve contenant l'échantillon de lait et l'appareil mesure la différence d'énergie absorbée par le lait à chacune des deux longueurs d'onde à l'aide d'un système de compensation. La sélection des longueurs d'onde (mesure et référence) est faite au moyen de filtres interférentiels. L'appareil comporte donc, pour chaque composant à analyser, deux filtres, un filtre de mesure et un filtre de référence (**Grappin et Jeunet, 1976**).

Le principe

Pour chaque analyse, l'appareil utilise un volume de 6 ml de lait dont 0,2 ml seulement passe dans la cuve, le reste servant au rinçage du circuit. Le lait est d'abord homogénéisé dans un

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

homogénéisateur mécanique à bille avant d'être envoyé dans la cuve de mesure. L'appareil mesure ensuite, à chaque longueur d'onde spécifique, l'absorbance de la matière grasse et des protéines. Les signaux électriques provenant du détecteur sont d'abord transformés suivant une relation logarithmique de façon à donner des résultats proportionnels aux teneurs en matière grasse et en protéines, puis mis en mémoire et corrigés en fonction des coefficients d'extinction de chaque composant interférant, enfin affichés et enregistrés sur document. L'appareil effectue automatiquement toutes les opérations depuis la prise d'échantillons jusqu'à la saisie des résultats à la cadence théorique de 300 échantillons/h (**Grappin et Jeunet, 1976**).

Comparaison entre Milko scan 300 et appareils infrarouges

Les principaux avantages d'un système de mesure à double faisceau en longueur d'onde (MS 300) par rapport au système à double faisceau avec deux cuves (IRMA) sont les suivants :

1- L'effet de déplacement de l'eau mentionné plus haut se faisant sentir aussi bien sur le faisceau de mesure que sur le faisceau de référence, l'interférence des différents composants du lait entre eux se trouve fortement atténuée.

2- Les mesures sont moins sensibles aux variations dans le degré d'homogénéisation des laits.

En revanche, le système utilisé par le MS 300 a l'inconvénient d'être très sensible aux variations d'humidité de l'atmosphère intérieure de l'appareil, car l'absorption d'énergie I.R. par la vapeur d'eau varie avec la longueur d'onde. Par ailleurs, l'utilisation de filtres interférentiels à la place d'un système monochromateur (utilisation qui est possible sur les deux types d'appareils) permet une simplification très importante de l'optique, un gain substantiel en énergie, donc une amplification moins importante, ainsi qu'une plus grande facilité de sélection des longueurs d'onde. Ceci se traduit au total par des impératifs technologiques moins contraignants pour le constructeur (**Shields, 1975**).

2.2.4 Le Milko-Tester

Le Milko-Tester est un appareil de dosage rapide de la matière grasse du lait. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour avec les appareils manuels ou automatiques sont en général satisfaisants. Cependant, quelques réserves sont faites quant à la précision des dosages des laits individuels et aux risques de bouchage de l'appareil manuel lorsque les dosages sont faits sur des laits acides. Récemment, le constructeur a mis au point une version automatique de l'appareil, le Milko Tester Automatique (M.T.A.) qui, en plus des améliorations apportées au rendement et aux conditions d'utilisation de l'appareil, présente quelques modifications de principe dont les

Chapitre2 : Les méthodes des analyses physico- chimiques

conséquences sont importantes. Toute méthode automatique de dosage du lait présente, aujourd'hui, un intérêt pour les laboratoires départementaux ou régionaux, vers lesquels sont de plus en plus centralisés les dosages de matière grasse demandés par le contrôle laitier individuel et le paiement du lait (**Grappin *et al.*, 1970**).

Le principe

La méthode repose sur une mesure de la turbidité du lait. Un faisceau de rayons lumineux parallèles traversant une cuve de mesure contenant le lait. Ce faisceau se trouve en partie diffusé par les globules gras en émulsion dans le milieu et à l'aide d'une cellule photo-électrique placée à une courte distance de la cuve (15 à 30 mm), il faut mesurer l'intensité de la lumière transmise.

Ce dispositif permet à la cellule photo-électrique de capter, en plus des rayons parallèles comme c'est le cas pour un turbidimètre classique, une partie de la lumière diffusée par les globules gras. Ce type de photomètre a l'avantage d'être relativement peu sensible aux variations du degré d'homogénéisation du lait (**Grappin *et al.*, 1970**).

Chapitre 3 :

Les facteurs de variation de la
composition du lait

3 Les facteurs de variation de la composition du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet de plusieurs facteurs (**Stoll et Posieux, 2003**).

Les principaux facteurs de variation de la production et de la composition chimique du lait sont soit liés à l'animal (facteurs génétiques, stades physiologiques, l'état sanitaire...) soit liés au milieu dans lequel l'animal vit (alimentation, hygiène, traite...) (**Bony et al., 2005**).

3.1 Facteurs liés à l'animal

Ce sont les facteurs intrinsèques, ils sont d'ordre génétique et physiologique (l'âge au premier vêlage, stade de lactation, état de gestation...) (**Bony et al., 2005**).

3.1.1 La race

Des variations importantes de la composition du lait sont observées entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse. Ces dernières sont les plus instables par rapport au lactose (**Veisseyre, 1975**).

La performance d'un animal est la résultante de son potentiel génétique et des conditions d'élevage dans lesquelles il est exploité. Ainsi, pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel. Si le potentiel génétique de l'animal est faible, sa performance le sera aussi, même si les conditions d'élevage sont très sophistiquées. Il paraît donc que la performance d'un animal est toujours inférieure ou égale à son potentiel génétique. C'est pour cela que l'on parle des races laitières, qui se distinguent par le volume et la composition du lait qu'elles produisent (**Boujenane, 2002**).

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

3.1.2 Facteurs physiologique

3.1.2.1 Age et nombre de vêlage

Veisseyre en 1975, montre que la quantité de lait augmente généralement du 1^{er} vêlage au 5^{eme}, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7^{eme}.

Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition

Chapitre 3 : Facteurs de variation de la composition du lait

sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (Mahieu, 1985).

3.1.2.2 Stade de lactation

Les variations de la production et de la composition chimique du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux, tous les auteurs notent que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite, et les teneurs en taux protéique et en taux butyreux sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière (Schutz *et al.*, 1990).

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (Meyer et Denis, 1999).

La composition du lait en minéraux a varié avec les stades de lactation, ils notent qu'après une diminution brutale pendant les premiers jours suivant le vêlage, les teneurs en Ca et P du lait diminuent légèrement jusqu'à la mi lactation, puis restent stables et augmentent à nouveau en fin de lactation. Les écarts extrêmes ne dépassent pas 15%. En revanche, les teneurs en K et Na subissent des variations importantes et en sens inverse, de 1,7 à 1,3g/L pour K et de 0,4 à 0,6g/L pour Na (Debry, 2001).

3.1.2.3 Numéro de lactation

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle ou, la faculté productive s'élève progressivement et le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année. Elle régresse au cours des lactations suivantes. Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu (Agabriel *et al.*, 1995).

Chapitre 3 : Facteurs de variation de la composition du lait

Selon le même auteur, le taux butyreux décroît lentement mais régulièrement dès la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième, alors que le taux protéique reste assez stable au cours des lactations successives

Le tableau ci- dessous montre l'influence du numéro de lactation sur le lait.

Tableau 1 : Influence du numéro de lactation sur la qualité du lait produit et la matière grasse.

N°de lactation	Nombre de vaches	Quantité de lait produit (l/lactation)	Matière grasse (g/l)
1	187	3310	41.1
2	138	3590	40.6
3	108	3840	40.3
4	102	4110	40.2
5	75	3930	39
6	65	4020	39.1
7	44	4260	39.4

(Agabriel *et al.*, 1995).

3.1.2.4 Effet de stade de gestation

La gestation a un effet marqué sur la baisse de la production laitière, cela est dû à la production de la progestérone par le placenta. Ou la quantité journalière du lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la gestation, dont l'effet commence à se faire sentir à environ vingt semaines après la fécondation. Ainsi que la production laitière diminue rapidement chez la vache gestante, notamment durant les 120 jours qui suivent la fécondation que chez la vache non fécondée (Nebel et Gilliard, 1993).

3.1.2.5 Etat sanitaire

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation des laits et du rendement fromager (Coulon *et al.*, 2005).

Chapitre 3 : Facteurs de variation de la composition du lait

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

3.2 Facteurs liés à l'environnement

L'environnement dans lequel vit un animal est défini comme étant une combinaison de tous les facteurs qui influencent l'expression d'un caractère donné. Ces facteurs sont liés à la conduite d'élevage (alimentation, la saison et le climat) (**Mounier *et al.*, 2007**).

3.2.1 Alimentation

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant. Contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré son mode de distribution), son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en additif alimentaire (**Araba, 2006**).

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Seegers *et al.* (1989) ont observé que l'utilisation d'ensilage d'herbe en quantité importante dans des rations à base d'ensilage de maïs conduit à une amélioration des taux protéiques; dans ce cas, l'utilisation d'ensilage d'herbe est un indice de la maîtrise globale du système alimentaire et de l'utilisation raisonnée des différents fourrages disponibles (**Coulon, 1991**).

L'introduction de la luzerne déshydratée de qualité en substitution partielle de l'ensilage de maïs a permis d'augmenter la production de lait et de faire baisser le taux butyreux sans affecter le taux protéiques (**Peyraud et Delaby, 1994**).

Par contre, l'introduction de la luzerne déshydratée dans la ration de vaches laitières alimentées avec de l'ensilage d'herbe et de l'ensilage de maïs complétés par du tourteau de soja, a permis de diminuer les quantités de tourteau de soja sans modification de la production

Chapitre 3 : Facteurs de variation de la composition du lait

laitière ni du taux butyreux du lait. En revanche, le taux protéique a augmenté sans modification du taux de caséines (Thenard *et al.*, 2002).

➤ Effet d'apport en autres aliments

Certains aliments complémentaires (pulpes de betteraves, son, betterave et ...etc.), utilisés en tant qu'aliments concentrés ou en association avec les fourrages de base, ont dans la plupart des cas, un effet favorable sur la composition du lait (Chilliard *et al.*, 2001).

➤ Effet de l'état physique de l'aliment

Les traitements technologiques (le broyage) réduisant les aliments en trop fines particules, entraînent des chutes du taux butyreux de lait (Rulquin *et al.*, 2007).

➤ Effet de la carence de la ration en minéraux et en vitamines

Un manque ou un excès d'un élément minéral (Ca, P) entraîne une baisse de consommation d'aliments et par la suite une diminution de productions. Si l'excès ou un apport dépassant les quantités recommandées peut être toxique provoquant des maladies métaboliques qui perturbent la production laitière. Les vitamines, bien qu'elles interviennent à faibles doses, jouent un rôle essentiel pour répondre aux exigences de santé, et de productivité des vaches laitières. La carence en vitamines peut avoir un effet indirect sur la production laitière, car une baisse d'appétit et un retard de croissance sont observés chez les animaux carencés en vitamine A. La carence en vitamine E chez la vache laitière se manifeste par la sécrétion d'un lait conférant des saveurs désagréables « de métal », « d'oxyde » ou franchement de rance. En cas de carence en ces vitamines, l'éleveur peut y remédier par des apports alimentaires qui les contiennent (Meyer et Denis, 1999).

3.2.2 Saison

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (Coulon *et al.*, 1991).

A partir des travaux réalisés par Spike et Freeman (1967) cité par Coulon *et al.*, (1991), il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Chez des vaches de type pie noire, ils atteignent 3g/Kg pour le taux butyreux et près de 2g/Kg pour le taux protéique. La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont en effet montré qu'une photopériode expérimentale

Chapitre 3 : Facteurs de variation de la composition du lait

longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matière utile (Coulon *et al.*, 1991; Peters *et al.*, 1981; Phillips et Schofield, 1989; Stanisiewski *et al.*, 1985).

Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (Peters *et al.*, 1981; Phillips et Schofield, 1989), alors que la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéiques. D'autre part, l'augmentation de la température ambiante, lorsqu'elle se maintient dans la zone de confort thermique des vaches, pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait, qui s'ajouterait à l'effet de la photopériode (Coulon, 1991).

3.2.3 Climat

La température, les radiations solaires, l'humidité relative et le vent sont les facteurs climatiques qui agissent par leurs interactions considérables sur les performances de l'élevage. L'augmentation de la température pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait. Le lait de vache des pays tempérés produit en milieu chaud contient moins de matières grasses, de matières azotées et de lactose. La thermo-tolérance des animaux varie en sens inverse de leur production, les animaux moins productifs sont les plus résistants à la chaleur. La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10°C. Un animal exposé au froid règle sa thermorésistance en consommant surtout l'aliment disponible, sinon, il utilise les nutriments gênent de la production de lait. Effectivement, en épuisant dans ses réserves corporelles, la production laitière diminue avec l'augmentation de la température tandis que les taux butyreux et protéiques augmentent (Dubreuil, 2000).

3.2.4 Nombre de traite

La traite est une opération qui consiste à extraire le lait contenue dans la mamelle, c'est une opération essentielle qui assure à la fois le maintien de la bonne santé de la mamelle, la qualité et la quantité du lait obtenu (Goursaud et Boudier, 1985).

La teneur en protéines est quasi-constante du début à la fin d'une même traite alors que le taux butyreux augmente. Pour un lait total dosant 40g/l de matière grasse .le taux butyreux passe de 20g dans les premiers jets à 120 g dans les derniers (Vaitchafa, 1996).

Conclusion

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaires au bon développement de l'organisme humain. De manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protéides (caséine, albumine et globuline), les glucides, essentiellement le lactose, et les sels. La teneur de ces nutriments est influencée par des facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, les périodes de lactation) et des facteurs extrinsèques (la saison, l'alimentation).

Les variabilités des paramètres physico-chimiques du lait sont dues par les facteurs:

- Les variabilités du pH et de l'acidité titrable du lait sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la traite. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions.
- La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.
- La variabilité de la teneur en matière grasse dépend des facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation.
- La variabilité de la valeur de l'extrait sec dépend des facteurs climatiques et alimentaires.

Le principe de contrôle de la qualité du lait des espèces animales est très simple, il suffit de comparer les résultats obtenus avec les normes et les règles citées dans la réglementation. Cette étude a eu pour but d'une part, de déterminer les propriétés physico-chimiques du lait cru bovin collecté dans la région de M'sila par des analyses et d'autre part, d'évaluer l'influence des facteurs de variation de la composition du lait. Mais malheureusement on n'a pas pu réaliser la partie pratique à cause de la situation actuelle causée par la pandémie COVID-19.

Enfin, le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques donc il faut augmenter la fréquence de ses analyses physico-chimiques et microbiologiques avant sa mise en consommation.

Conclusion

A l'avenir il serait intéressant d'améliorer la production laitière par l'amélioration :

- ✓ Des conditions de la traite.
- ✓ De la réfrigération sur place.
- ✓ Du suivi et le contrôle de la santé et l'hygiène quotidienne des vaches et des locaux sont des éléments déterminants pour la réussite d'élevage.
- ✓ De l'alimentation des animaux.
- ✓ Du choix de la race ; la vache doit s'adapter aux conditions climatiques de la région d'élevage, comme il serait préférable également de développer les races locales.

Références bibliographiques

Références

1. Aboutayeb, R 2009. Technologie du lait et dérivés laitiers. Consulté à l'adresse <http://www.azaquar.com>, le 15: 2016.
2. Adrian, J. Régine,F et Jacques, P 1995. La science alimentaire de A à Z: Technique et documentation Lavoisier. 295p.
3. AFNOR 1993 Contrôle de la qualité des produits alimentaires : lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4e éd., 581 p.
4. AFNOR 2001. Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, décembre 2001, 21 p.
5. AFNOR, Fromages 1980. Détermination de la matière sèche (méthode par étuvage). NF V04 282. Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse, Afnor, Paris, France. Pp 104-105.
6. Agabriel, C , Jean, B. Gilles, B. Cécile. S et Nafidi C 1995. Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. Productions animales 8. Pp 251-258.
7. Alais, C 1984a. Produits laitiers divers. Science du Lait: Principe des techniques laitières, 4ème ed., Paris: Edition SEPAIC.Pp 723-764.
8. Alais, C 1984b. Science du Lait: Principes des Techniques Laitières. SEPAIC. 814p.
9. Alais, C. Ribadeau B et Saint-Lebe L 1961. Etude de la réaction des protéines du lait avec le " noir amido", application au dosage rapide des matières azotées du lait. Le Lait 41.Pp 241-273.
10. Alais, C et Linden, G 1997. Abrégé de biochimie alimentaire. 4ème Edition Masson. Paris, Pp 119-123.
11. Alais, C. Linden, G et Miclo L 2008. Biochimie alimentaire, Dunod. In Biochimie alimentaire, Dunod: ed 6, Paris. 260p.
12. Alais, C 1975. Science du lait: principes des techniques laitières: Sep, ed 3, Paris. Pp 1-60.
13. Amariglio, S 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers: 0 analyses physiques et chimiques: Afnor-itsv, ed 3, Paris. 1030p.
14. Amiot, J. Fournier, S. Lebeuf, Y. Paquin P et Simpson R 2002a. Chapitre 1: Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait; Vignola C, editor. Science et Technologie du lait; transformation du lait. C. L. Vignola, ed. Presses Internationales Polytechniques, Montréal, Québec: 1-73.2002. 600 p.

15. Amiot, J. Fournier, S. Lebeuf, Y. Paquin, P et Simpson R 2002b. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Science et technologie du lait. Pp 1-74.
16. Araba, A 2006. L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. 142p.
17. Audigie, CL, Jean F et François Z 1986. Manipulations d'analyse biochimique. 274 p.
18. Badinand, F 1994. Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét 170. Pp 419-427.
19. Baptiste. A; Leray, O. Trossat. PH, (1997). CECALAIT : Points critiques et tendance des méthodes Kjeldahl et noie Amido. 13p.
20. Bernard, A et Helene C 1992. Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influence des technologies. Les Cahiers de l'ENSBANA 8. 314 p.
21. Boivert, C et Denise C 1980. Contribution à l'étude de la contamination virale du lait, mise en évidence dans le lait cru par la microscopie électronique, Verlag nicht ermittelbar. Pp 83-88.
22. Bony, J, Viviane C, Matthieu G, Judith , Emmanuel T, Xavier J et Decruyenaere V 2005. Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRAE Productions Animales 18. Pp 255-263.
23. Boujenane, I 2002. Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk production in Moroccan Holstein-Friesian cows. Revue d'élevagz et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 55. Pp 63-67.
24. Cheftel, JC et Lorient D 1982. Les propriétés fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration. Le Lait 62. Pp 435-483.
25. Cheftel, J-C et Cheftel H 1977. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. Pp 3-30.
26. Chilliard, Y, Ferlay A et A Doreau A 2001. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. Productions animales 14. Pp 323-335.
27. Chilliard, Y, Frederic G. Francis, E. Ferlay, A. Bocquier F et Schmidely P 2007. Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. Renc. Rech. Rum 14. Pp 321-328.
28. CIPC (Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles). 2011. Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.
29. Codex Alimentarius. 1999. Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206. Pp 1-4.

- 30.** Codou, LM 1997. Etude des fraudes du lait cru: mouillage et écrémage; mémoire de doctorat, université Cheikh Anta Diop–Dakar. Sénégal 5. 18p.
- 31.** Coulon, J 1991. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. Productions animales 4. Pp 303-309.
- 32.** Coulon, J, Chilliard Y et Rémond M 1991. Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). Pp 219-28.
- 33.** Coulon, J. Delacroix-Buchet, A. Bruno M et Pirisi A 2005. Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. INRAE Productions Animales 18. Pp 49-62.
- 34.** Danthine S, Blecker, C. Paquot, M. Innocente N et Deroanne C 2000. Évolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait: synthèse bibliographique. Le Lait 80. Pp 209-222.
- 35.** Debry, G 2001. Lait, nutrition et santé: Tec & Doc. Diététique - nutrition. 566 p.
- 36.** Dubreuil, L 2000. Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec. 8p.
- 37.** El Marnissi, B. Belkhou R et Bennani L 2013. Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). Les technologies de laboratoire Volume 8, N°33. Pp 100-111.
- 38.** F.A.O 1995. Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. N° 28. Rome, 271p.
- 39.** Fredot, E 2005. Connaissance des aliments:[bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique]: Tec et Doc. 614p.
- 40.** Fredot, E 2009. Lait et produits laitiers. Connaissance des aliments. Ed Tech. Doc. Lavoisier. Pp 9-65.
- 41.** Génin, G 1959. Le lactose et ses applications dans l'industrie alimentaire. Le Lait 39. Pp 394-401.
- 42.** Gerber F, 2001. Catalogue d'analyse. [http://funkegerber.de/FG_Kat_FR.pdf]. 140p.
- 43.** Goursaud, J et Boudier JF 1985. Composition et propriétés physico-chimiques. Lait et produits laitiers: vache, brebis, chevre/Société scientifique d'hygiène alimentaire; Francois M. Luquet, coordonnateur, assisté de Yvette Bonjean-Linczowski; préfaces de J. Keilling, R. de Wilde. 93p.
- 44.** Grappin, R et Jeunet R 1976. Essais de l'appareil Milko-Scan 300 utilisé pour le dosage en série de la matière grasse et des protéines du lait. Le Lait 56. Pp 498-520.
- 45.** Grappin, R, Jeunet R et Rigogne R 1970. Essais de l'appareil. Le Lait 50. Pp 233-256.

- 46. Guillou, H, Pelissier JP et Grappin R 1986.** Méthodes de dosage des protéines du lait de vache. Le Lait 66. Pp 143-175.
- 47. Guiraud, JP 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp 136-139.
- 48. Hendrickx, HL, Huyghebaert JC et Demeter RL 1966.** Influence de l'alcool amylique sur le résultat de la détermination de la matière grasse du lait par la méthode Gerber. In Influence de l'alcool amylique sur le résultat de la détermination de la matière grasse du lait par la méthode Gerber, XVII International Dairy Congress: XVIIème Congrès International de Laiterie. XVII Internationaler Milchwirtschaftskongress, 2133. Pp 255-270.
- 49. ISO 1211 FIL IDF 2010.** Norme internationale. Lait - Détermination de la teneur en matière grasse-Méthode gravimétrique (Méthode de référence). 19 p.
- 50. ISO 8968-1 FIL20-1 2001.** Norme Internationale. Lait – Détermination de la teneur en azote – partie 1 : Méthode Kjeidah. 112p.
- 51. ISO 9622 1999.** Norme internationale. Lait entier - détermination des teneurs en matière grasse laitière, en protéine et en lactose – Lignes directrices pour l'utilisation des appareils de dosage par absorptions dans le moyen infrarouge. 27 p.
- 52. Jeantet, R, Croguennec, T. Schuck, P et Brule G 2007.** Sciences des Aliments 2-Technologie des Produits Alimentaires. Doc Lavoisier. 456 p.
- 53. Jeantet, R, Croguennec, T. Schuck P et Brulé G 2008.** Sciences des Aliments 1-Stabilisation biologique et physico-chimique. In Sciences des Aliments 1-Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec Doc Lavoisier. 381 p.
- 54. Journal Officiel De La République Algérienne 2013** arrêté du 16 aout 2012 rendent obligatoire une méthode de détermination de la teneur en matière sèche dans le lait, la crème et le lait concentré non sucré. (JO n 54-2013).Pp 25-27.
- 55. Kamoun, P 1977.** Appareils et methodes en biochimie: 2e ed: Flammarion Médecine-sciences. 236 p.
- 56. Keller, Ronald P and Margaret C Neville 1986.** Determination of total protein in human milk: comparison of methods. Clinical chemistry 32.Pp 120-123.
- 57. Kodio, A 2005.** Qualité de produits laitiers de production industrielle et artisanale, Thèse de pharmacie. Bamako. 17p.
- 58. Kouamé-Sina, SM, Bassa, A. Dadié, A. Makita, K . Grace, D et Bonfoh B 2010.** Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). Revue Africaine de Santé et de Productions animales.Pp 35-42.

- 59.** Lapointe-Vignola, C 2002. Science et technologie du lait: transformation du lait: Presses inter Polytechnique. 600 p.
- 60.** Leroy, A, Sentex J et Stoeckel R 1965. Le producteur de lait; guide du controle laitier et beurrier. 245 p.
- 61.** Leymarios, FC 2010. qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation, thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort. 122p.
- 62.** Lowry, O, Nira, H. Rosebrough, J et Lewis A 1951. Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J Biol chem 193. Pp 265-271.
- 63.** Lupien, JR 1998. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO. Alimentation et Nutrition. N°28. 501 p.
- 64.** Luquet, F M 1985. Lait et produits laitiers: vache, brebis, chevre. v. 1: Les laits: de la mamelle a la laiterie.-v. 2: Les produits laitiers: transformation et technologies.-v. 3: Qualite, energie et tables de composition. 460 p.
- 65.** Luquet, F.M, (1990).Lait et produits laitiers : transformation et technologie. Tome 2. Ed. Technique et documentation. Apria. France. Pp 180-185.
- 66.** Mahaut, M, Jeantet R et Brulé G 2000. Initiation à la technologie fromagère: Editions Tec & Doc. 224 p.
- 67.** Mahieu, H 1985. Modifications du lait après récolte. Lait et produits laitiers: vache, brebis, chevre/Societe scientifique d'hygiene alimentaire; Francois M. Luquet, coordonnateur, assiste de Yvette Bonjean-Linczowski; prefaces de J. Keilling, R. de Wilde. 185p.
- 68.** Martin, B et Coulon JB 1995. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. I. Influence des facteurs de production sur l'aptitude à la coagulation des laits de troupeaux. Le Lait 75. Pp 61-80.
- 69.** Mathieu, J 1998. Initiation à la physicochimie du lait: Lavoisier Tec & Doc. 220 p.
- 70.** Meyer, C et Denis J-P 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale: Editions Quae. 316p.
- 71.** Mietton, B, Desmazeaud, M . De Roissart H et Weber F 1994. Transformation du lait en fromage. In Transformation du lait en fromage: Lorica. Pp 269-282.
- 72.** Mounier, L. Marie, M et Lensink B 2007. Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage. INRAE Productions Animales 20. Pp 65-72.
- 73.** Nebel, RL et Gilliard M 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. Journal of Dairy Science 76. Pp 3257-3268.

- 74.** Norme Algérienne 5921 1998. Lait cru – Teneur en composantes, (Extrait sec et matière grasse), 1p.
- 75.** O'Connor, CB et Tripathi BR 1991. Introduction a l'etude du lait ILCA Communication Instruction Series - Audiotutorial Module;1. Addis Ababa: ILCA. 81p.
- 76.** Peters, RR, Chapin L. Emery R et Tucker H 1981. Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone, and glucocorticoid response of cows to supplemented light. Journal of Dairy Science 64.Pp 1671-1678.
- 77.** Petranxiene D et Lapied L., 2002.-Qualité bactériologique du lait et des produits laitiers (Analyses et tests).Ed. Lavoisier, Paris. 328p.
- 78.** Peyraud, J-L et Delaby L 1994. Utilisation de luzerne déshydratée de haute qualité dans les rations des vaches laitières. Productions animales 7.Pp 125-134.
- 79.** Phillips, CJ et Schofield S 1989. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. Animal Science 48. Pp 293-303.
- 80.** Pointurier, H 2003a. La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64. 388 p. Somesthésie-Neurosciences, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes <http://www.yopdf.en>.
- 81.** Pointurier, H 2003b. La gestion matières dans l'industrie laitière: Éditions Tec & Doc. ,Lavoisier, France: 64. 388 p.
- 82.** Pougheon, S et Goursaud J 2001. Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Lavoisier. 566 p.
- 83.** Pougheon, S 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières. 109 p.
- 84.** Ribadeau-Dumas, B 1991. Physicochimie et biochimie des protéines du lait. Données récentes. Le Lait 71. Pp 133-139.
- 85.** Rulquin, H, Hurtaud, C. Lemosquet S et Peyraud J-L 2007. Effet des nutriment énergétique sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. INRAE Productions Animales 20. Pp 163-176.
- 86.** Schuck, P, Mahaut, M. Jeantet R et Brulé G 2000. Les produits industriels laitiers. 178 p.
- 87.** Schutz, M, Leslie, M. Hansen, B. Steuernagel, GR et Kuck A 1990. Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. Journal of Dairy Science 73.Pp 484-493.
- 88.** Seydi, M 2004. Caractéristiques du lait cru. EISMV, Dakar. 12 p.
- 89.** Shields, J 1975. The Analysis of Milk by Infrared Absorption, University of York. Pp 273-284.

- 90. Siboukeur, O 2007.** Etude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université INA El-Harrach Alger Algérie.135p.
- 91. Silait S 2008.** Salon international du lait. Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 mai 2008 Alger. <http://www.agroligne.com/contenu/silait-2008-1er-salon-international-lait>.
- 92. Spike, PW et Freeman A 1967.** Environmental influences on monthly variation in milk constituents. *Journal of Dairy Science* 50. Pp 1897-1904.
- 93. Stanisiewski EP, Mellenberger R, Anderson C et Tucker H 1985.** Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 68. Pp 1134-1140.
- 94. Stoll, W et Posieux R 2003.** Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. *RAP Agri* . N° 15/2003, vol. 9, Suisse. 112p.
- 95. Tamime, A 2009.** Milk processing and quality management: John Wiley & Sons. 344 p.
- 96. Thenard, V, Mauriès M et Trommenschlager J-M 2002.** Intérêt de la luzerne déshydratée dans des rations complètes pour vaches laitières en début de lactation. *Productions animales* 15. Pp 119-124.
- 97. Thomas, C, Jeantet R et Brulé G 2008.** Fondements physicochimiques de la technologie laitière: Lavoisier TEC & DOC, 176 p.
- 98. Vaitchafa, P 1996.** Etude de la production laitière sur les paramètres de reproduction chez la femelle zébu dans les petits élevages traditionnels en zone péri-urbaine, Thèse: Méd. Vét. Dakar. 36p.
- 99. Vallières, C 1997.** Électrodes volumiques multisectionnées: conception, étude et développement appliqués à l'électrosynthèse du D-arabinose, Institut National Polytechnique de Lorraine.177p.
- 100. Veisseyre, R 1975.** Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3. 714 p.
- 101. Vierling, E 2008.** Aliments et boissons: filières et produits: Editions Doin. 280 p.

Résumé

Le lait est le principal produit consommé en plus grande quantité dans le monde. Ce produit est distribué et approvisionné par un système économique dit filière. Selon les normes nationales et internationales ce produit doit répondre aux normes hygiéniques ou physico-chimiques pour être propre à la consommation humaine.

Notre travail est porté sur l'étude de qualité physico-chimique du lait cru de la vache (l'acidité Dornic, la matière grasse, la masse volumique, PH, extrait sec total, extrait sec dégraissé) et les facteurs de leur variation des paramètres physico-chimiques du lait cru des vaches étaient surtout influencés par nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques comme le niveau de lactation, l'alimentation, les conditions de traite et la saison.

Mots clés : Lait cru, qualité, paramètres physico-chimiques, facteurs de variation, analyses.

Abstract

Milk is the main product consumed in greater quantity in the world. This product is distributed and supplied by an economic system called the sector. According to national and international standards, this product must meet hygienic or physicochemical standards to be suitable for human consumption.

Our work is focused on the physico-chemical quality study of raw cow's milk (pH, Dornic acidity, fat, density, total dry extract, defatted dry extract) and the factors of their variation in physicochemical parameters of raw milk from cows were mostly influenced by many intrinsic and extrinsic factors such as lactation level, diet, milking conditions and season.

Key words: Raw milk, quality, physico-chemical parameters, variation factors, analyzes.

ملخص: الحليب هو المنتج الرئيسي الذي يتم استهلاكه بكميات كبيرة في العالم، ويتم توزيع هذا المنتج وتوفيره من خلال نظام اقتصادي يسمى شعبة الحليب. وفقاً للمعايير الوطنية والدولية، يجب أن يكون هذا المنتج مطابقاً للشروط والمعايير من الناحية الصحية أو الفيزيائية والكيميائية حتى يكون صالحاً للاستهلاك البشري.

يركز عملنا على دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية لحليب البقر الخام (درجة الحموضة، الدهون، الكثافة، pH، الخلاصة الجافة الكلية، المستخلص الجاف منزوع الدهون) والعوامل المؤثرة عليها. تتأثر المواد الكيميائية الموجودة في اللبن الخام من الأبقار بشكل أساسي بالعديد من العوامل منها المتعلقة بالحيوان وأخرى متعلقة بالعوامل المحيطة به مثل مستوى الإرضاع والنظام الغذائي وظروف الحلب والموسم.

الكلمات المفتاحية: اللبن الخام، الجودة، المعايير الفيزيائية والكيميائية، العوامل المؤثرة، التحليلات.