

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**Université Mohamed BOUDIAF de M'sila**



### **MEMOIRE**

Présenté à la Faculté des Sciences  
Département des Sciences Agronomiques  
Pour obtenir le Diplôme de  
Master Académique en Ecophysiologie Animale et Biosécurité  
alimentaire

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière** : Sciences Agronomiques

### **Thème**

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

**Présenté par :**

BERRABEH Nadjoua

**Devant le Jury :**

<b>Président</b>	Mr.GUERMAH.H	MAA	Université de M'sila
<b>Encadreur</b>	Mr.DEBECH.E	MAB	Université de M'sila
<b>Examineur</b>	Mr.MAMMERLA	MAB	Université de M'sila

*Année Universtaire : 2014/2015*

## **Remerciements**

*Je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir aidé et donné la force afin de mener ce travail à terme.*

*Au terme de ce travail, qu'il me soit permis d'exprimer mes plus vifs remerciements à :*

**Monsieur DEBECHE.E**

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail et de l'avoir soutenu*

*Pour votre encadrement, votre enseignement et vos précieux conseils.*

*Mes profonds remerciements à :*

**Mr. GUERMAH.H** ; *Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de mémoire ; qu'il accepte mes sincères remerciements et l'expression de mon profond respect.*

**Mr. MAMMERIA** ; *Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de mémoire; qu'il accepte l'expression de ma gratitude et mon profond respect.*

*Je remercie l'ensemble des enseignants du département des sciences agronomiques qui ont contribué à notre formation.*

*Je remercie également tout le personnel du centre de collecte Hodna lait, la DSA de M'sila et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

***Encore merci***

# ***DEDICACES***

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mon père ; Qui est un pilier solide et incontournable pour ma personne  
et mon parcours, que Dieu le donne santé et longue vie*

*Ma mère ; Que ce travail soit pour lui le témoignage de mon infinie  
reconnaissance pour son aide précieuse et toutes ces années de  
compréhension*

*A mon mari pour son aide et sa patience toute au long de mon travail*

*A mes chères frères et mes belles sœurs surtout la petite NADA*

*A toute ma grande famille*

*A la famille de mon mari surtout ses parents*

*A mes enseignants*

*A ma promotion 2014-2015*

*A tout ceux qui me connaît*

*A toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin pour la  
réalisation de ce travail.*

***Nadjoua***

# Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste des abréviations

## Introduction

## Partie bibliographique

<b>Chapitre I : Généralités sur le lait</b> .....	02
I.1. Définitions du lait.....	02
I.2. Composition du lait.....	02
I.2.1. Eau.....	05
I.2.2. Glucides.....	05
I.2.3. Matière grasse.....	06
I.2.4. Minéraux.....	06
I.2.5. Protéines.....	08
I.2.6. Vitamines.....	09
I.2.7. Enzymes.....	11
I.3. Propriétés physico-chimiques du lait.....	13
I.3.1. La masse volumique et la densité du lait.....	13
I.3.2. L'acidité.....	14
I.3.3. Le pH.....	15
I.3.4. Le point de congélation.....	15

I.3.5. Le point d'ébullition.....	16
I.4. Différents aspects de qualité du lait.....	16
I.4.1. Qualité organoleptique du lait.....	16
I.4.1.1. La couleur.....	16
I.4.1.2. L'odeur.....	16
I.4.1.3. La saveur.....	17
I.4.2. Qualité bactériologique du lait.....	17
I.4.3. Qualité hygiénique du lait.....	18
I.4.4. Qualité technologique du lait.....	19
<b>Chapitre II : Les facteurs de variation de la composition du lait.....</b>	<b>20</b>
II.1. Facteurs intrinsèques.....	20
II.1.1. Facteurs génétiques.....	20
II.1.2. Stade de lactation.....	21
II.1.3. Age et nombre de vêlage.....	23
II.1.4. La rétention de lait.....	24
II.1.5. Etat sanitaire.....	24
II.2. Facteurs extrinsèques.....	24
II.2.1. Alimentation.....	24
II.2.2. Saison et climat.....	26
II.2.3. La traite.....	26
II.2.4. Le logement des animaux.....	27

## **Partie expérimentale**

<b>Chapitre III : Matériel et méthodes</b> .....	28
III.1. Présentation de la région d'étude.....	28
III.1.1. Situation géographique et administrative.....	28
III.1.2. Milieu physique.....	30
III.1.2.1. Relief.....	30
III.1.2.2. Sols.....	30
III.1.2.3. Climat.....	30
III.1.2.3.1. Pluviométrie.....	30
III.1.2.3.2. Température.....	31
III.1.2.4. Ressources hydriques.....	32
III.2. Objectif et méthodologie.....	34
III.2.1. Objectif.....	34
III.2.2. Méthodologie.....	34
III.2.2.1. Echantillonnage et analyses réalisées.....	34
III.2.2.2. Analyses statistiques.....	35
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b> .....	36
IV.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits crus analysés.....	36
IV.1.1. Le pH.....	36
IV.1.2. L'acidité.....	37
IV.1.3. La densité.....	38

IV.1.4. La matière grasse.....	39
IV.1.5. La matière protéique.....	40
IV.1.6. L'extrait sec total.....	42
IV.2. Facteurs de variation des paramètres physico-chimique du lait.....	43
IV.2.1. Effet de la saison.....	43
IV.2.1.1. Effet de la saison sur le pH du lait.....	43
IV.2.1.2. Effet de la saison sur l'acidité du lait.....	44
IV.2.1.3. Effet de la saison sur la densité du lait.....	45
IV.2.1.4. Effet de la saison sur la matière grasse du lait.....	46
IV.2.1.5. Effet de la saison sur la matière protéique du lait.....	47
IV.2.1.6. Effet de la saison sur l'extrait sec total du lait.....	48
IV.2.2. Effet de la région.....	49
IV.2.2.1. Effet de la région sur le pH du lait.....	49
IV.2.2.2. Effet de la région sur l'acidité du lait.....	50
IV.2.1.3. Effet de la région sur la densité du lait.....	52
IV.2.2.4. Effet de la région sur la matière grasse du lait.....	53
IV.2.2.5. Effet de la région sur la matière protéique du lait.....	54
IV.2.2.6. Effet de la région sur l'extrait sec total du lait.....	55
<b>Discussion générale</b> .....	<b>56</b>

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

## **Résumé**



## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Composition moyenne du lait de vache.....	03
<b>Tableau 02:</b> Etat physico-chimique du lait de vache.....	04
<b>Tableau 03:</b> Composition minérale du lait de vache.....	07
<b>Tableau 04:</b> Protéines du lactosérum.....	09
<b>Tableau 05:</b> Composition vitaminique moyenne du lait cru.....	10
<b>Tableau 06:</b> Propriétés et rôles de quelques enzymes essentielles du lait.....	12
<b>Tableau 07:</b> Acidité naturelle du lait ; apport des différents constituants.....	14
<b>Tableau 08:</b> Héritabilité de la productivité laitière et des taux lactés.....	20
<b>Tableau 09:</b> Teneur du lait en protéines, en matières grasses et en lactose – Taux moyen selon la race.....	21
<b>Tableau 10:</b> Influence de l'alimentation sur la production laitière.....	25
<b>Tableau 11:</b> Découpage administratif de la wilaya de M'sila.....	29
<b>Tableau 12:</b> Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude (2013).....	32
<b>Tableau 13:</b> Ressources hydriques de M'sila.....	33
<b>Tableau 14:</b> Principaux oueds de M'sila.....	33

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Allure générale d'une courbe de lactation d'une vache laitière.....	22
<b>Figure 02:</b> Courbe moyenne de lactation et de composition du lait.....	23
<b>Figure 03:</b> Carte des limites et division administrative de la wilaya de M'sila.....	28
<b>Figure 04:</b> Variations annuelles des précipitations en mm (2000-2013).....	31
<b>Figure 05:</b> Distribution du pH du lait.....	36
<b>Figure 06:</b> Distribution de l'acidité.....	37
<b>Figure 07:</b> Distribution de la densité.....	38
<b>Figure 08:</b> Distribution de la matière grasse.....	39
<b>Figure 09:</b> Distribution de la matière protéique.....	41
<b>Figure 10:</b> Distribution de l'extrait sec total.....	42
<b>Figure 11:</b> Variation de pH du lait selon la saison.....	43
<b>Figure 12:</b> Variation de l'acidité du lait selon la saison.....	44
<b>Figure 13:</b> Variation de la densité du lait selon la saison.....	45
<b>Figure 14:</b> Variation de la matière grasse du lait selon la saison.....	46
<b>Figure 15:</b> Variation de la matière protéique du lait selon la saison.....	47
<b>Figure 16:</b> Variation de l'extrait sec total du lait selon la saison.....	48
<b>Figure 17:</b> Variation de pH du lait selon la région de collecte.....	50
<b>Figure 18:</b> Variation de l'acidité du lait selon la région de collecte.....	51
<b>Figure 19:</b> Variation de la densité du lait selon la région de collecte.....	52
<b>Figure 20:</b> Variation de la teneur en matière grasse du lait selon la région de collecte...	53

<b>Figure 21:</b> Variation de la teneur en matière protéique du lait selon la région de collecte.....	54
<b>Figure 22:</b> Variation de l'extrait sec total du lait selon la région de collecte.....	55

### **Liste des photos**

<b>Photo 01:</b> Appareil d'analyse du lait « le lactostar ».....	35
---	----

## Liste des abréviations

**%** : Pourcent.

**An** : Année.

**C°** : Degrés Celsius.

**D°** : Degré Dornic.

**DSA** : Direction des services agricoles.

**EST** : Extrait sec total.

**FAO** : Food and agriculture organization (Organisation des Nations Unis pour l'Agriculture et l'Alimentation).

**g** : Gramme.

**Hm** : hectomètre.

**IgG** : Immunoglobulines.

**kg** : Kilogramme.

**Km** : kilomètre.

**l** : Litre.

**m** : Mètre.

**m<sup>2</sup>** : Mètre carré.

**mg** : Milligramme.

**ml** : Millilitre.

**mm** : Millimètre.

**Max** : maximum.

**Min** : minimum.

**Moy** : moyenne.

**n°** : numéro.

**pH** : Potentiel Hydrométrique.

**T** : Température.

**TB** : Taux butyreux.

**TP** : Taux protéique.

**µg**: microgramme.

**µm**: Micromètre.

## Introduction

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an (KIRAT ; 2007). La production laitière nationale est évaluée à 2,45 milliards de litres en 2009, celle-ci reste insuffisante par rapport aux besoins de la population du pays, qui sont estimés actuellement à près de 3,5 milliards de litres (ONIL « Office national interprofessionnel du lait » ; 2010).

Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. Acteur clé de l'industrie agroalimentaire, la filière Lait connaît une croissance annuelle de 8%. Avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait (SILAIT ; 2008).

Au point de vue physico-chimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa structure est indispensable à la compréhension des transformations qui s'opèrent en lui et en ses dérivés au cours des divers traitements industriels (ABOUTAYEB ; 2011).

La composition de lait varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, voire à l'intérieur des types ou des races d'espèces identiques (SIBOUKEUR ; 2008). Cette variabilité peut dépendre de la nutrition, du stade de lactation, de l'âge, de l'époque de l'année et du débit lacté (FAO ; 1995). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations (WOLTER ; 1997).

L'objectif de ce travail est de déterminer les facteurs de variations des paramètres physico-chimiques de lait cru de vache, collecté dans la région de M'sila, par le réseau collecte de la laiterie Hodna, dans laquelle les analyses de lait sont réalisées sur des échantillons de lait de mélange. Le présent travail est divisé en deux grandes parties:

- Ø La première partie, se résume en une recherche bibliographique portant sur des généralités sur le lait, ces différents aspects de qualité, suivie d'une détermination des facteurs de variations de la composition du lait.
- Ø La deuxième partie pratique, décrit le matériel et les méthodes utilisées dans cette étude, ainsi que les analyses statistiques retenues pour le traitement des données. Le dernier chapitre de cette partie rapporte les résultats obtenus et leurs discussions. Enfin la conclusion résume les résultats les plus importants de ce travail.

# **Chapitre I :**

## **Généralités sur le lait**

## I.1. Définitions du lait

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» (POUGHEON et GOURSAUD ; 2001).

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.

La Fédération Internationale de Laiteries (F. I. L.) définit ainsi le lait en 1983 comme étant le produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction" (GOURSAUD ; 1985).

D'après ALAIS (1984) ; Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune. C'est un liquide de composition complexe, blanc et opaque, d'une saveur douce, d'une réaction ionique (pH) voisin de la neutralité.

La fonction naturelle du lait est d'être un aliment exclusif des jeunes mammifères pendant la période critique de leur existence, après la naissance, alors que la croissance est rapide et qu'il ne peut lui être substitué d'autres aliments. La grande complexité de la composition du lait répond à cette fonction.

## I.2. Composition du lait

Le lait est plus qu'une boisson, c'est un aliment complet ou presque complet qui contient des protéines, des glucides, des minéraux ainsi que des vitamines (CAYOT et LORIENT ; 1998).

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

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon POUGHEON et GOURSAUD (2001) sont :

- ü L'eau, très majoritaire,
- ü Les glucides principalement représentés par le lactose,
- ü Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- ü Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- ü Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- ü Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait de vache est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 01:** Composition moyenne du lait de vache.

Constituants du lait	Teneurs en grammes par litre
<b>Constituants minéraux :</b>	
Eau	902
Constituants salins minéraux	6,9
Gaz dissous	0,1
<b>Constituants organiques :</b>	
Constituants salins organiques	1,7
Lactose	49
Matière grasse	38
<b>Protéine ou constituants azotés protéiques :</b>	
caséine	32
protéines dites solubles	26
Constituants azotés non protéiques	6
autres constituants	1,5

Source : MATHIEU (1998).

D'après AMIOT et *al* (2002) ; Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion.

Une solution vraie est un mélange de substances liquides ou solides solubilisée, appelées solutés, dans un solvant liquide.

Une suspension colloïdale est un mélange constitué d'une phase dispersée solide non solubilisée, présente sous forme de très fines particules solides dans une phase dispersante liquide (S/L) ; quand les particules ont beaucoup d'affinité pour la phase aqueuse, on nomme ce système une solution colloïdale.

Une émulsion consiste en un mélange d'une phase dispersée liquide non solubilisée, présente sous forme de très fine gouttelettes, dans une phase dispersante liquide ; on peut donc avoir une émulsion huile dans l'eau (H/E) ou une émulsion eau dans l'huile (E/H). Les matières grasses et l'eau du lait forment une émulsion H/E, tandis que l'eau et les matières grasses du beurre forment une émulsion E/H.

Le tableau (ci-dessous) montre la dimension approximative et l'état physico-chimique de chacun des constituants solides majeurs du lait.

**Tableau 02:** Etat physico-chimique du lait de vache.

Constituants	Dimension (m)	Emulsion	Solution colloïdale	Suspension colloïdale	Solution vraie
Matière grasse		X			
Micelles des caséines	$10^{-7}$ à $10^{-8}$			X	
Protéines du sérum	$10^{-8}$ à $10^{-9}$		X		
Glucides	$10^{-9}$ à $10^{-10}$				X
Minéraux	$10^{-9}$ à $10^{-10}$				X

Source : AMIOT et al (2002).

### I.2.1. Eau

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

Il est important de noter que l'eau forme un arrangement hexagonal précis lorsqu'elle atteint son point de congélation. Cet arrangement fait augmenter le volume de l'eau et diminuer sa masse volumique. Cette caractéristique est importante lors de la fabrication des produits laitiers glacés, qui peut entraîner la formation de cristaux de glace.

### I.2.2. Glucides

MATHIEU (1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache.

Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (HODEN et COULON ; 1991).

D'après VIERLING (2008) ; le lactose représente près d'un tiers de la valeur énergétique du lait entier, ce qui est insuffisant pour faire du lait un aliment équilibré (dans lequel 50% de la valeur énergétique devrait être d'origine glucidique), mais seul le lait, parmi les aliments animaux riches en protéides, contient des glucides.

ALAIS (1984) note que le lactose est un sucre extrêmement rare. C'est le constituant le plus rapidement attaqué par action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Cette transformation parfois gênante est souvent utilisée en industrie laitière notamment pour l'obtention des laits fermentés et les yaourts.

### I.2.3. Matière grasse

JEANTET et *al* (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme :

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

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18:2 et acide linoléique C18:3) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne).

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

Cet état globulaire est fragile ; toute altération de la membrane par voie chimique, physique et microbienne conduit à la déstabilisation de l'émulsion. Cette évolution peut être accidentelle, elle se traduit alors le plus souvent par une séparation de la phase grasse sous forme d'huile ou d'agrégats et/ou par l'apparition de flaveurs indésirables (rancidité-oxydation) ; lorsqu'elle est dirigée, elle permet la concentration de la phase grasse sous forme de beurre après barattage, ou sous forme d'huile de beurre et de matière grasse laitière anhydre après chauffage et centrifugation (MADJI ; 2009).

### I.2.4. Minéraux

Selon GAUCHERON (2004) ; le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau 03).

**Tableau 03:** Composition minérale du lait de vache.

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

Source : JEANTET et *al* (2007).

Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement biodisponibles. Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (MATHIEU ; 1998).

Il existe un équilibre entre les formes solubles et colloïdales, d'une part, et entre les formes ionisées et non dissociées d'autre part. Cet état est précaire parce qu'il est sensible à divers facteurs, notamment au pH, à la température, et à la concentration ou à l'addition de calcium. Toute altération de ces équilibres modifie la stabilité du lait, notamment les propriétés de la caséine native. En raison de la présence concomitante de lactose et de phosphopeptides (produits d'hydrolyse de la caséine), les minéraux sont, de tous les éléments du lait, ceux qui sont les mieux adsorbés et retenus. A cet égard, le rapport calcium/phosphore (Ca/P) du lait de vache (voisin de 1,2), bien qu'inférieur à celui du lait maternel (voisin de 2,2), est de loin supérieur à celui des autres denrées alimentaires, faisant du lait une excellente source de calcium et un bon correctif des rations pauvres en calcium (FAO ; 1995).

La composition minérale est variable selon les espèces, les races (pour la vache par exemple, la teneur en calcium et en phosphore est plus élevée chez la race Normande que chez la race

Frisonne ou la race Prim'holstéin), le moment de la lactation et les facteurs zootechniques (BRULE; 1987).

### I.2.5. Protéines

Selon JEANTET et *al* (2007) ; le lait de vache contient 3,2 à 3,5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20% des protéines totales.

JEAN et DIJON (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine.

Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g.mol<sup>-1</sup>, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1µm.

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2,2%, acide citrique 0,5% et magnésium 0,1% (ADRIAN et *al* ; 2004).

GOY et *al* (2005) notent que la caséine est formée par quatre protéines individuelles:

- § Alpha-caséines ou caséines  $\alpha_1$  36 % et  $\alpha_2$  10 %
- § Bêta-caséine ou caséine  $\beta$  34 %
- § Kappa-caséine ou caséine  $\kappa$  13 %
- § Gamma-caséines ou caséine  $\gamma$  7 % (produits de la protéolyse de la  $\beta$ -caséine).

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (POUGHEON et GOURSAUD ; 2001).

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.

Le tableau suivant représente les protéines du lactosérum et leurs propriétés :

**Tableau 04:** Protéines du lactosérum.

Pourcentages respectifs	%	Propriétés
$\beta$ lactoglobuline	50	Dénaturation thermique à partir de 60°C.
$\alpha$ lactalbumine (et sérum-albumines)	23	Formation de la peau du lait si l'interface lait-air est grande comme dans l'ébullition domestique.
Immunoglobulines	10	
Protéoses peptones	17	Thermostables à 100°C.
Métalloprotéines	<1	

Source : VIERLING (2008).

### I.2.6. Vitamines

Selon AMIOT et *al* (2002); 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. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

Les vitamines sont nécessaires au fonctionnement normal des processus vitaux, mais l'organisme humain est incapable de les synthétiser. L'organisme humain doit donc puiser ces sources dans l'alimentation. Les vitamines sont des molécules plutôt complexes mais de taille beaucoup plus faible que les protéines. Les structures des vitamines sont très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes. Elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (ADRIAN ; 1987).

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001); On classe les vitamines en deux grandes catégories (Tableau 05):

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

**Tableau 05:** Composition vitaminique moyenne du lait cru.

<b>Vitamines</b>	<b>Teneur moyenne</b>
<b>Vitamines liposolubles</b>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

Source : AMIOT et *al* (2002).

Les vitamines du lait sont prélevées directement du sang. On trouve en abondance les vitamines. A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C (AMIOT et *al* ; 2002). Dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles sont d'origine alimentaire et les conditions de vie de l'animal exercent une influence sur les teneurs vitaminiques du lait : les productions estivales offrent donc un plus grand intérêt que les laits de stabulation.

Au contraire, la vitamine C offre un taux relativement constant en raison de sa synthèse régulière dans l'épithélium intestinal. L'origine de ces variations annuelles est poly factorielle: elle dépend de la saison, de la photopériode mais également de l'alimentation (REMOND et JOURNET; 1987).

VIERLING (2008) note que les laits de printemps et d'été sont en théorie plus riches en carotènes et en vitamine D du fait de la mise des vaches en pâturage. Mais l'utilisation de plus en plus courante de produits d'ensilage et de concentrés enrichis en vitamines durant la stabulation atténue ces variations saisonnières.

### **I.2.7. Enzymes**

POUGHEON (2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs.

Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile.

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés (Tableau 06):

Tableau 06: Propriétés et rôles de quelques enzymes essentielles du lait.

Propriétés et rôles	Enzymes	Caractéristiques et effets
Biodégradation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lipase <math>\Rightarrow</math> rancissement.</li> <li>• Protéases <math>\Rightarrow</math> hydrolyse de la caséine.</li> <li>• Oxydase <math>\Rightarrow</math> modifications de saveur.</li> <li>• Protéase native du lait ou protéase des psychrotrophes agissant sur la caséine en libérant de petits peptides.</li> </ul>	<p>Ces enzymes posent des problèmes technologiques lors de la conservation des produits laitiers.</p> <p>Les protéases peuvent jouer un rôle dans l'affinage des fromages.</p> <p>Epaississement et gélification des laits stérilisés.</p>
Thermosensibilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phosphatase alcaline (de résistance légèrement supérieure à celle des bactéries pathogènes) détruite à 72°C pendant 20s.</li> <li>• Lactoperoxydase (détruite à 82°C pendant 20s ou 62°C pendant 30 min).</li> <li>• Xanthine oxydase = enzyme de Schardinger (détruite à 80°C pendant 10s).</li> </ul>	<p>La présence ou non de ces enzymes permet le contrôle du chauffage du lait.</p> <p>Le lait pasteurisé doit être :</p> <p>§ Phosphatase-</p> <p>§ Peroxydase+</p> <p>La xanthine oxydase oxyde les bases puriques en acide urique avec formation d'<math>H_2O_2</math> inhibant certains micro organismes.</p>
Teneur représentative du nombre de leucocytes et de bactéries présents dans le lait.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réductase microbienne.</li> <li>• Catalase (décompose le peroxyde d'hydrogène en oxygène qui assure la conservation du lait). L'ion thiocyanate du lait est oxydé en hypothiocyanate antibactérien.</li> </ul>	<p>C'est une indication de la qualité hygiénique du lait.</p> <p>Les laits pathologiques, anormaux, contaminés, en sont riches.</p>
Activité bactéricide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lysozyme détruit à 90°C mais le chauffage doit être long.</li> </ul>	<p>La protection du lait reste limitée du fait de la faible quantité de Lysozyme présent dans le lait de vache.</p>

Source : VIERLING (2008).

### I.3. Propriétés physico-chimiques du lait

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

#### I.3.1. La masse volumique et la densité

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.

ABOUTAYEB (2011) note que le poids d'une substance par unité de volume est la masse volumique ; tandis que la densité est le rapport de la masse volumique avec celle de l'eau.

En pratique, la masse volumique de l'eau à 4°C est 1000 g/l et par conséquent, à cette température, la densité et la masse volumique de l'eau sont identiques.

La densité du lait à 15°C est en moyenne 1.032 (1.028- 1.035). Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible. La densité des constituants laitiers à 30°C s'établit comme suit :

- Matières grasses (MG) : 0,913 ;
- Extrait sec dégraissé : 1,592 ;
- Lactose (L) : 1,63 ;
- Protéines (P) : 1,35 ;
- Cendres (C) : 5,5.

Donc la densité du lait à 30°C sera calculée par la formule suivante :

$$\text{Densité lait à } 30^{\circ}\text{C} = [ (\% \text{MG} \times 0,913) + (\% \text{L} \times 1,63) + (\% \text{P} \times 1,35) + (\% \text{C} \times 5,5) + (\% \text{Eau} \times 1) ]$$

Selon FILIPOVITCH (1954) ; La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. Deux facteurs de variation opposés la déterminent :

- La concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras). La densité varie proportionnellement à cette concentration
- La proportion de matière grasse. Celle-ci ayant une densité inférieure à 1. La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse.

### I.3.2. L'acidité

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et le  $CO_2$ , et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou l'acidité naturelle du lait, elle varie entre 0,13 et 0,17% d'équivalent d'acide lactique (AMIOT et al ; 2002).

Elle est exprimée en "degré Dornic" ( $^{\circ}D$ ), ce dernier exprime la teneur en acide lactique:  $1^{\circ}D = 0,1g$  d'acide lactique (ALAIS ; 1984).

Le tableau 07 résume l'importance des constituants dans l'acidité naturelle du lait.

**Tableau 07:** Acidité naturelle du lait ; apport des différents constituants.

Constituants	Acidité (% d'équivalent d'acide lactique)
Caséines	0,05 à 0,08
Phosphates	0,05 à 0,07
Lactalbumine	0,01
$CO_2$	0,01 à 0,02
Acide citrique	0,01

Source : AMIOT et al (2002).

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 ; 1984).

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D. Un lait dont l'acidité est  $\geq 27$  °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est  $\geq 70$  °D coagule à froid (JEAN et DIJON ; 1993).

D'après ABOUTAYEB (2011) ; Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même, aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates.

Le développement des bactéries lactiques dans le lait transforme le lactose surtout en acide lactique. C'est cette nouvelle acidité qu'on désigne par acidité développée et qui conduit à la déstabilisation des protéines. Selon l'utilisation du lait, on peut développer son acidité.

### **I.3.3. 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 ; 1984). Le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (GOURSAUD ; 1985).

Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions  $H^+$  en solution, les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la stabilité des protéines, c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique (AMIOT et al ; 2002).

### **I.3.4. Le point de congélation**

Selon ABOUTAYEB (2011) ; Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide. C'est l'une des constantes les plus stables du lait. Cette constance résulte du fait que la pression osmotique du lait est maintenue en équilibre avec celle du sang. Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de  $-0,530$  °C à  $-0,575$  °C avec une moyenne de  $-0,555$  °C. Un point de congélation supérieur à  $-0,530$  °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie (AMIOT et al ; 2002).

On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de  $-0,530$  à  $-0,575^{\circ}\text{C}$ .

Le mouillage élève le point de congélation vers  $0^{\circ}\text{C}$ , puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (MATHIEU ; 1999).

### **I.3.5. 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 (AMIOT et al ; 2002).

## **I.4. Différents aspects de qualité du lait**

### **I.4.1. Qualité organoleptique du lait**

D'après VIERLING (2008) ; l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

#### **I.4.1.1. La couleur**

Selon FREDOT (2005) ; Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait).

HEINEY (2010) explique que le lait est une émulsion contenant des graisses, une protéine appelée caséine, des composés complexes à base de calcium et des vitamines. Or, aucun d'eux n'est blanc... En réalité, cette teinte provient de la dispersion de la lumière entraînée par la présence de toutes ces particules dans l'émulsion. Toutes les longueurs d'onde de la lumière étant dispersées et aucune n'étant absorbée, le lait apparaît blanc.

#### **I.4.1.2. L'odeur**

Selon VIERLING (2008) ; l'odeur est caractéristique. Le lait du fait de la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation

(les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

### **I.4.1.3. La saveur**

D'après CHOUINARD et GERVAIS (2013) ; La saveur caractéristique du lait provient du mélange de plusieurs molécules volatiles. Les arômes perçus sont le résultat de la présence synergique de différents composés aux attributs parfois surprenants.

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (THIEULIN et VUILLAUME ; 1967).

### **I.4.2. Qualité bactériologique du lait**

En absence de mammites, le lait qui provient de l'intérieur de la mamelle est dépourvu de germes. Ceux-ci sont donc apportés après l'éjection du lait et ont plusieurs origines : surface des trayons, matériel de traite et de stockage, environnement (déjections, litières, alimentation, trayeurs...). Ils constituent la flore totale du lait (ANONYME ; 2004).

Cette population originaire de la mamelle saine est, en général peu nombreuse, elle dépasse rarement 1.000 germes par ml. Elle peut n'être composée que de quelques dizaines de germes (ANNE ; 1991).

D'après HANZEN (2014) ; La majorité des germes concernés constitue une flore de transit sans grande conséquence pour les conservations ou les transformations ultérieures du lait. En l'absence de soins particuliers lors de la préparation de la mamelle, la contamination du lait par la peau du trayon peut cependant atteindre 50 000 à 300 000 germes totaux par ml. La contamination par le matériel de traite dépend essentiellement de la conception et de l'état du matériel de traite et de la qualité du nettoyage.

Il a été suggéré une relation entre la présence de germes dans la mamelle et l'anatomie de celle-ci. Un sphincter de trayon en bon état constituerait une barrière contre l'infection (LABUSSIÈRE et BENNMEDERBEL ; 1983).

Selon MEYER et DENIS (1999) ; Il y a deux modes de pénétration des germes dans la mamelle :

- Ø Voie « ascendante » par le canal du trayon. C'est le chemin suivi, le plus fréquemment, par les germes banaux et certains germes pathogènes.
- Ø Voie « endogène » : certains microbes pathogènes peuvent atteindre la mamelle par la circulation sanguine.

### I.4.3. Qualité hygiénique du lait

Du fait de sa composition, le lait est un excellent milieu de culture microbienne.

Au pH de 6,7, le lait est le siège du développement de levures, de moisissures et de bactéries dont certaines sont pathogènes (VIERLING ; 2008).

Le lait se contamine par des apports microbiens divers :

- Fèces et téguments de l'animal (*Coliformes*, *Bacillus*, *Clostridium*) et éventuellement les entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*).
- Sol: *Streptomyces*, *listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques entres autres.
- Litière et aliment: flore banale variée, lactobacilles, *Clostridium* butyrique.
- Air et eau: flores diverses dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées.
- Equipement de traite et stockage du lait: Microcoques, levures, flores lactiques avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*), cette flore est souvent spécifique de l'usine.
- Manipulateurs: Streptocoques dans le cas de traite manuelle mais aussi des germes provenant de contaminations fécales.
- Vecteurs divers: insectes en particulier.

Parmi ces microorganismes, il en est d'inoffensifs, de dangereux du point de vue sanitaire et d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait (BOURGOIS et al ; 1996).

D'après GUIRAUD (1998) ; Des germes pathogènes peuvent être présents dans le lait. Certains sont capables de se multiplier d'autres sont simplement transmis.

La tuberculose due au *Mycobacterium* du lait est rare ; les brucelloses sont plus fréquentes en particulier à partir du lait de chèvre (*Brucella melitensis*).

Des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes peuvent être causées par les salmonelles, des toxi-infections ou intoxications par des staphylocoques. Des mycotoxines peuvent être aussi présentes dans les produits laitiers soit qu'elles proviennent d'animaux ayant consommé des aliments contaminés (Aflatoxine M issue de la transformation in vivo d'aflatoxine d'*Aspergillus flavus*), soit qu'elles proviennent du développement direct des moisissures (*Penicillium cyclopium*, *Viridicatum* ou *Stoloniferum*) dans les poudres de lait.

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

#### **I.4.4. Qualité technologique du lait**

D'après DELTEIL (2012) ; le lait est un produit de l'élevage dont une grande partie est transformée par les industries alimentaires ; fromages, yaourts, desserts lactés divers ou boissons aromatisées au chocolat, aux fruits, etc. Les caractéristiques physico-chimiques du lait, qui déterminent en partie sa qualité technologique, sont donc très importantes. Les éleveurs doivent s'adapter au maximum aux exigences des industriels s'ils veulent pouvoir leur vendre leur lait. Et c'est généralement en veillant à l'alimentation de leur troupeau, en accompagnement d'une amélioration de l'hygiène de traite, bien sûr, que les éleveurs peuvent faire évoluer la qualité de leur lait.

# **Chapitre II :**

## **Facteurs de variation de la composition du lait**

Les principaux facteurs de variation de la production et de la composition du lait sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation).

## II.1. Facteurs intrinsèques

Ce sont des facteurs liés à l'animal, ils sont d'ordre génétique, physiologique et sanitaire

### II.1.1. Facteurs génétiques

WOLTER (1997) note que la génétique a une forte influence sur le niveau de production et plus encore sur les taux, notamment de matières grasses et de protéines. L'héritabilité (ou pourcentage de la variation totale attribuable à la génétique, le reste étant dépendant du milieu notamment du rationnement alimentaire) est de l'ordre de moitié pour les taux butyreux et protéique alors qu'elle se situe vers un quart pour la production laitière (Tableau 08).

**Tableau 08:** Héritabilité de la productivité laitière et des taux lactés.

En %	Production	Taux
Lait	28	
Matières grasses	17	62
Substances non grasses	24	53
Matières protéiques	21	47

Source : WOLTER (1997).

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global (Tableau 09). C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

D'après SNOWDON (1992) ; En plus des écarts enregistrés dans la composition du lait d'une race à l'autre, il se présente des écarts considérables au sein d'une même race. La teneur en matière grasse est la composante du lait la plus variable, suivie par la teneur en protéines et par la teneur en lactose.

**Tableau 09:** Teneur du lait en protéines, en grasses et en lactose - Taux moyen selon la race.

Composante	Holstein	Jersey	Ayrshire	Guernsey
Matière grasse (%)	3,6	4,8	3,9	4,6
Protéines (%)	3,2	3,8	3,3	3,6
Lactose (%)	4,7	4,9	4,9	4,9

Source : SNOWDON (1992).

Le potentiel génétique de la vache détermine la limite supérieure de la teneur en matière grasse du lait, et la modification du programme d'alimentation ou des méthodes de gestion ne peut être d'aucun secours lorsque la teneur en matière grasse du lait est limitée à un taux inférieur par les caractéristiques génétiques de l'animal (SNOWDON ; 1992).

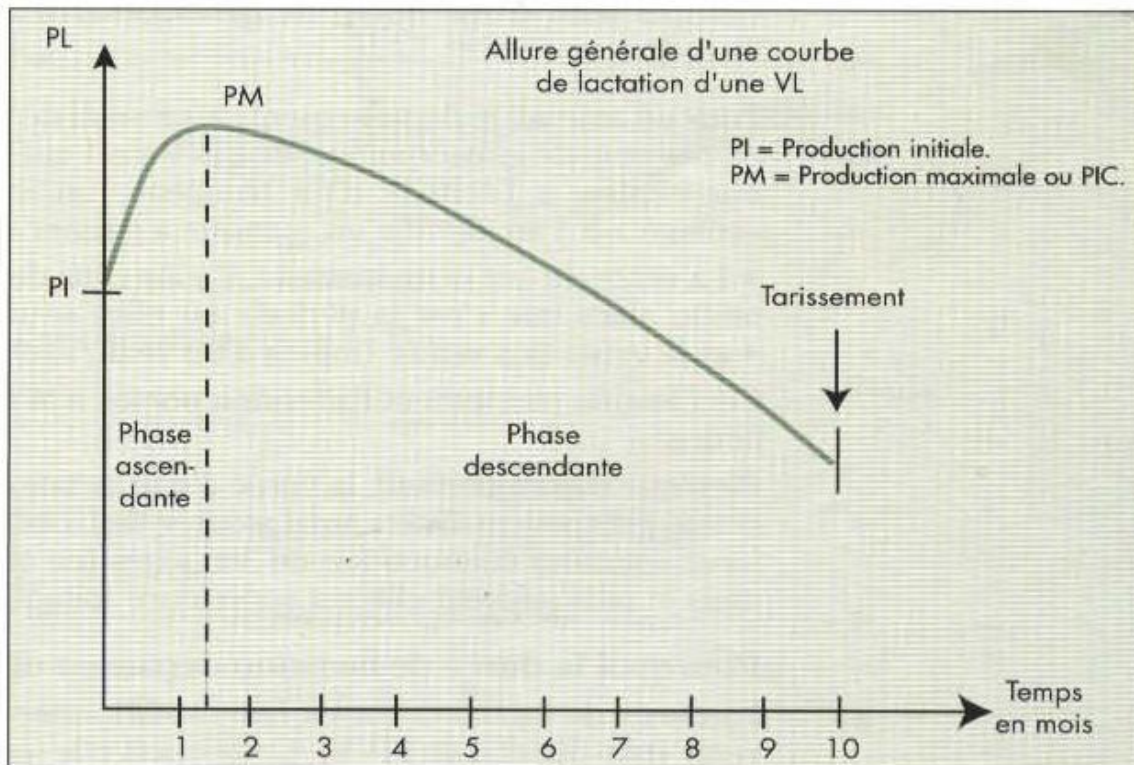
### II.1.2. Stade de lactation

Chez toutes les femelles domestiques, la lactation après s'être déclenchée sitôt la mise bas, commence par s'accroître, atteint un maximum, puis décroît plus ou moins lentement. C'est cette évolution que traduisent les courbes de lactation (SOLTNER ; 2001).

Selon CAUTY et PERREAU (2003) ; La lactation est composée de deux phases (Figure 01) :

- **La phase ascendante** d'une durée de 5 à 8 semaines selon les animaux est caractérisée par :
  - La production initiale qui est déclenchée par le vêlage;
  - La production maximale ou production au pic de lactation.
- **La phase descendante** d'une durée de 8 à 9 mois est caractérisée par une chute de production d'environ 10% par mois. Quand la vache est gestante, plus la fin de gestation est proche et plus les hormones de gestation ont un effet dépressif sur la lactation, la chute sera donc plus importante en fin de lactation.

Entre deux lactations, on laisse un temps de repos à la mamelle, c'est le tarissement. Sa durée souhaitable est de 2 mois et il est provoqué par l'éleveur.



**Figure 01:** Allure générale d'une courbe de lactation d'une vache laitière

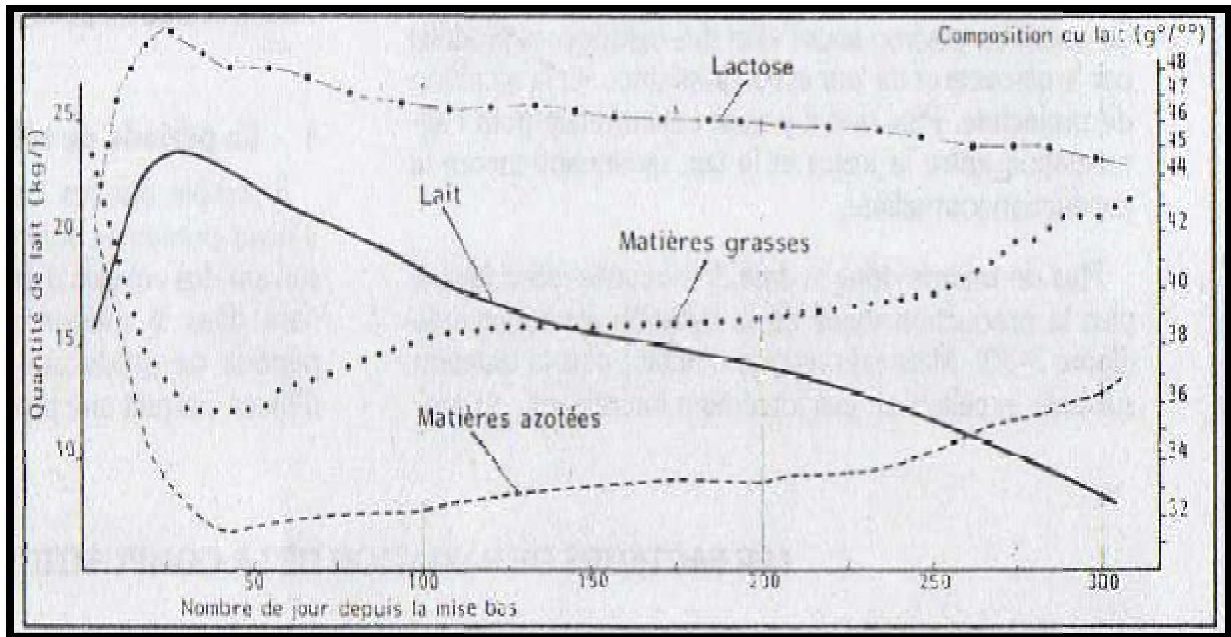
(CAUTY et PERREAU ; 2003).

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite.

HANZEN (2010) note que La quantité de matières grasses diminue jusqu'au pic de lactation puis augmente par la suite a raison de 0,05% par mois. Par ailleurs, la part des acides gras à chaîne courte et moyenne augmente suite à la mobilisation des graisses corporelles tandis que celle des acides gras à chaîne longue diminue pendant la première moitié de la lactation.

La plupart des études rapportent une diminution du taux protéique au cours des premiers jours de lactation avec une concentration minimale au moment du pic de production puis une augmentation constante jusqu'au moment du tarissement (Figure 02). Cette évolution au cours des premières semaines de lactation s'explique par l'absence en quantité suffisante des nutriments nécessaires à la synthèse protéique et en particulier des acides aminés.

Les protéines sériques et les caséines présentent une évolution parallèle c'est-à-dire une chute rapide au cours des premières semaines de la lactation puis une augmentation progressive jusqu'au moment du tarissement. Elles présentent cependant une évolution variable selon leur nature.



**Figure 02:** Courbe moyenne de lactation et de composition du lait (d'après divers auteurs dans alimentation des ruminants, INRA 1978 cité par SOLTNER ; 2001).

D'après HANZEN (2010) ; Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques que ceux des animaux âgés c'est-à-dire une augmentation du taux leucocytaire, l'apparition d'un goût de rance, une augmentation du taux de protéines solubles, une diminution des caséines et donc du rendement fromager et augmentation de la teneur en chlorures (goût sale).

### II.1.3. Age et nombre de vêlage

VEISSEYRE (1979) montre que la quantité de lait, augmente généralement de la 1<sup>ère</sup> lactation au 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> lactation, puis diminue sensiblement et assez vite à partir de la 7<sup>ème</sup> lactation. Les modifications de la composition ne sont pas nettes.

Selon POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0,6%.

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

### II.1.4. La rétention de lait

Elle peut être due à un stress, une lésion du pis, une traite défectueuse, une interruption de la traite ou de la tétée ou à une absence de traite. Les modifications de la composition du lait dépendront de l'importance de la rétention. On observe une diminution du lactose avec passage dans le sang et les urines, une diminution des matières grasses, des matières minérales et azotées, une augmentation du chlorure de sodium et des mononucléaires (HANZEN ; 2010).

### II.1.5. Etat sanitaire

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

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 (TOUREAU et *al* ; 2004).

D'après MEYER et DENIS (1999) ; Une mammite est une inflammation d'un ou de plusieurs quartiers de la mamelle, due à la présence d'un ou de plusieurs types de micro-organismes. Les principaux facteurs prédisposants sont : une mauvaise hygiène lors de la traite et l'utilisation d'un matériel de traite défectueux ; des traumatismes et des blessures du pis ; les conditions de vie de l'animal ; la rétention lactée.

D'après ANGERS (2009) ; On distingue deux formes de mammites selon la sévérité de l'infection:

- ü les mammites subcliniques (ou inapparentes),
- ü les mammites cliniques avec des symptômes visibles.

## II.2. Facteurs extrinsèques

### II.2.1. Alimentation

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur.

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 en (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 l'hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues).

Au contraire, selon BETH (1996) ; une suralimentation peut induire à un excès d'engraissement des vaches. En effet, les vaches trop grasses sont plus sujettes à différentes infections bactériennes notamment les mammites. Ces dernières ont un effet néfaste sur la production ainsi que sur la qualité du lait.

On sait que le taux protéique augmente de manière linéaire avec les apports énergétiques, mais lorsque l'augmentation de ces apports est réalisée par adjonction de matière grasse, on assiste à une chute du taux protéique. Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier (REMOND ; 1978).

HANZEN (2010) note que l'influence de l'alimentation sur les aspects qualitatifs et quantitatifs de la production laitière est résumée dans le tableau suivant:

**Tableau 10:** Influence de l'alimentation sur la production laitière.

Ration de base	Production	Taux protéique	Taux butyreux
<b>Ensilage d'herbe et foin</b>	+++	+	+++
<b>Ensilage de maïs et peu de foin</b>	++	+++	+++
<b>Herbe jeune</b>	+++	+++	+
<b>Concentrés</b>	++	+++	+

(+++ Favorable, ++ moyennement favorable, + peu favorable)

Source : HANZEN (2010).

### II.2.2. Saison et climat

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ....) de façon immuable (POUGHEON et GOURSAUD ; 2001).

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

Le taux butyreux est plus faible en fin du printemps. Il atteint des valeurs maximales à la fin de l'automne (GOURSAUD ; 1985).

La teneur en protéines passe par deux minimums: un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et l'autre à la fin de la période de pâturage (POUGHEON et GOURSAUD ; 2001).

Selon HANZEN (2010) ; La concentration en calcium est minimale en été et maximale au printemps.

L'humidité de l'air ne semble exercer une action significativement négative sur la production laitière que lorsque la température est supérieure à 24°C.

Le vent n'exerce un effet négatif que lorsque la température est supérieure à 27°C.

Une augmentation de l'intensité lumineuse au-delà de 21°C entraîne une réduction de la consommation et de la production laitière.

### II.2.3. La 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 ; 1985).

Lorsqu'on traite deux fois, le lait du matin est plus abondant mais plus pauvre en matière grasse que le lait du soir. Au cours d'une même traite, la teneur en matière grasse augmente jusqu'à la fin. Il faut donc vider complètement la mamelle sinon il se réalise un véritable écrémage du lait (VEISSEYRE ; 1979).

Chez la vache laitière, le type de la traite influe directement sur la composition du lait. Il a été démontré que la traite manuelle donnait plus de lait à un taux de gras plus élevé comparé à la traite mécanique. Les mécanismes physiologiques de ces résultats ne sont pas encore complètement élucidés. La traite influe aussi sur la quantité de lait produite, passer de deux à

trois traites par jour augmente la production de façon marquée (entre 5 et 25 %) (ANONYME ; 2006 cité par MEKROUD ; 2010).

#### **II.2.4. Le logement des animaux**

D'après NOLLET (2010) ; La qualité du lait est un enjeu important et le logement des animaux y contribue énormément. Le milieu de vie des animaux constitue un réservoir de germes important. Ces derniers peuvent provoquer des pathologies, telles que les mammites.

Le choix du mode de logement des animaux est surtout conditionné par la façon de travailler de l'éleveur et la conduite de son troupeau. Tous les systèmes de logement fonctionnent, tant que l'éleveur respecte et maîtrise leurs impératifs.

Les règles à appliquer pour optimiser l'ambiance et l'hygiène des animaux dans un bâtiment sont les mêmes pour tous les types de logement :

- Une ventilation maîtrisée.
- Une surface et un confort de couchage optimum.
- Une litière de qualité.

MALLEREAU et PORCHER (1992) notent que l'hygiène et l'entretien des bâtiments ne sont pas pour obtenir un milieu stérile mais de limiter la pression microbienne.

Le taux de microbes est plus facilement maîtrisé lorsque les animaux disposent d'une litière. Ceci améliore la santé des animaux mais aussi la qualité du lait. En effet, les principaux agents d'altération de la qualité du lait sont issus de l'environnement (logement, animaux et matériels souillés).

# **Chapitre III :**

## **Matériel et méthodes**

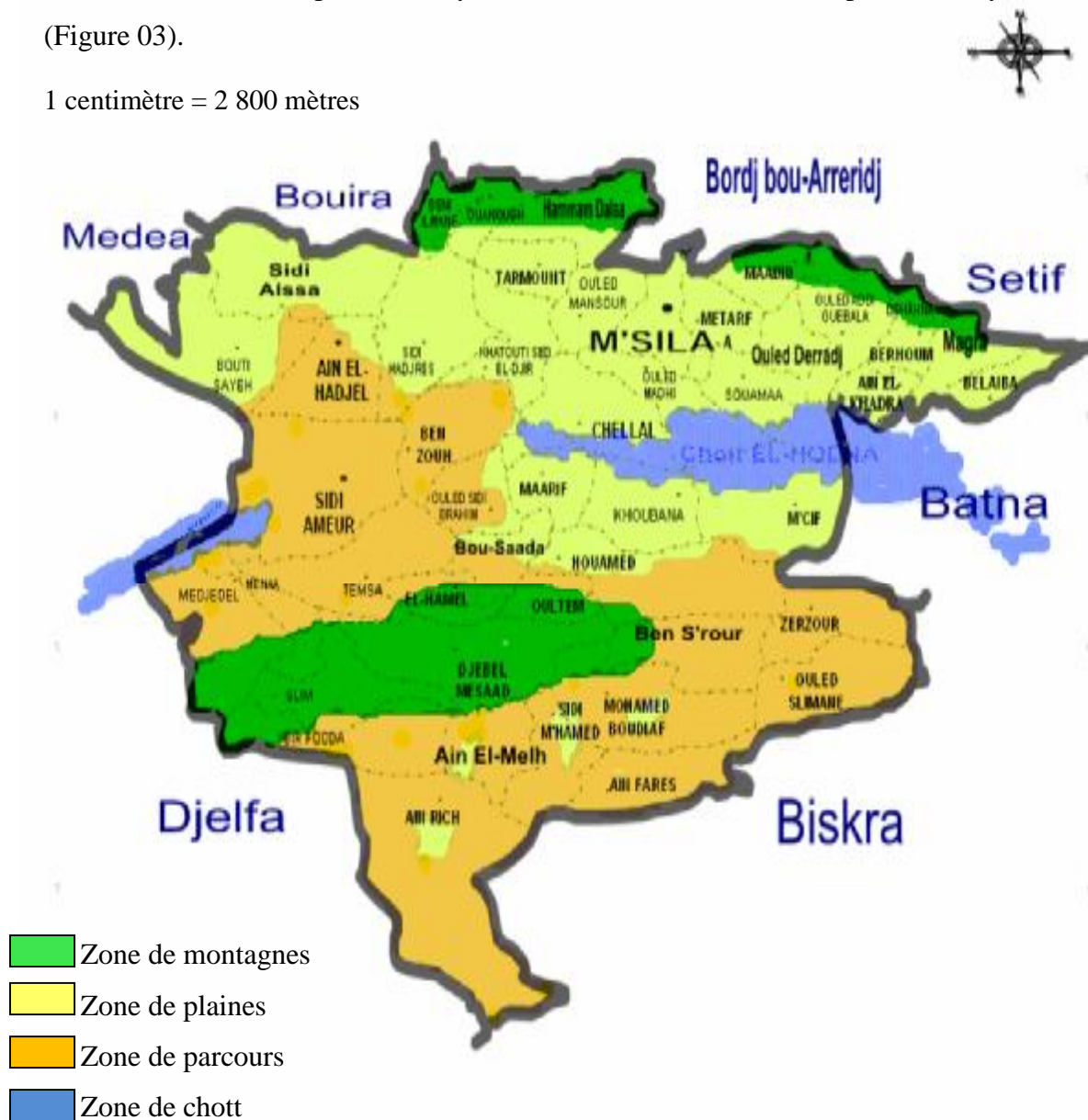
### III.1. Présentation de la région d'étude

#### III.1.1. Situation géographique et administrative

La wilaya de M'sila, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord. Dans son ensemble, elle fait partie de la région des hauts plateaux du Centre et s'étend sur une superficie de 18.175 km<sup>2</sup>.

Elle est limitée au Nord par la wilaya de Bordj Bou Arréridj, au Nord-Est par la wilaya de Sétif, à l'Est par la wilaya de Batna, au Sud par la wilaya de Djelfa, au Sud-Est par la wilaya de Biskra, à l'Ouest par la wilaya de Médéa, au Nord-Ouest par la wilaya de Bouira (Figure 03).

1 centimètre = 2 800 mètres



**Figure 03:** Carte des limites et division administrative de la wilaya de M'sila

Source : DSA de M'sila (2015).

La wilaya de M'sila comprend 15 daïras qui regroupent 47 communes (Tableau 11).

**Tableau 11:** Découpage administratif de la wilaya de M'sila.

<b>Daïra</b>	<b>Nombre de communes</b>	<b>Communes</b>
M'sila	1	M'sila
Hammam Dalaa	4	Hammam Dalaa • Tarmount • Ouled Mansour • Ouanougha
Ouled Derradj	5	Ouled Derradj • Maadid • M'tarfa • Ouled Addi Guebala • Souamaa
Sidi Aïssa	3	Sidi Aïssa • Bouti Sayah • Beni Ilmane
Aïn El Melh	5	Aïn El Melh • Bir Foda • Aïn Fares • Sidi M'hamed • Aïn Errich
Ben Srour	4	Ben Srour • Ouled Slimane • Zarzour • Mohammed Boudiaf
Boussaada	3	Boussaada • El Hamel • Oultem
Ouled sidi Brahim	2	Ouled Sidi Brahim • Benzouh
Sidi Ameer	2	Sidi Ameer • Tamsa
Magra	5	Magra • Berhoum • Aïn El Khadra • Belaïba • Dehahna
Chellal	4	Chellal • Ouled Madhi • Khetouti Sed El Djir • Maarif
Khoubana	3	Khoubana • M'cif • El Houamed
Medjedel	2	Medjedel • Ouled Atia
Aïn El Hadjel	2	Aïn El Hadjel • Sidi Hadjeres
Djebel Messaad	2	Djebel Messaad • Slim

Source : DSA de M'sila (2015).

### III.1.2. Milieu physique

#### III.1.2.1. Relief

De part sa situation géographique, dans le versant Sud des monts du Hodna, la wilaya de M'sila est fortement soumise à l'influence du climat aride et semi aride.

Elle se présente comme une région enclavée entre le contre forts des Atlas tellien et saharien. Elle comprend trois zones agro-écologiques :

- La steppe recouvre 60% du territoire et accueille l'essentiel de l'élevage ovin.
- La plaine de Hodna (33%) est consacrée principalement à l'agriculture (céréales, arboriculture,...).
- Le piémont (7%) est réservé à l'agriculture de montagne (céréaliculture) et comporte quelques massifs forestiers.

#### III.1.2.2. Sols

Du nord au sud les grandes zones pédologiques se caractérisent par :

- ü Une zone de montagne xérique ; où les sols sont des minéraux bruts d'érosion en association avec des sols bruns calcaires.
- ü Une zone steppique de dépôts quaternaires anciens et moyens, les sols sont des groupes sierozems sur croûte calcaire à encroûtement et à nodules calcaires.
- ü Une zone steppique de dépôts alluviaux.les sols sont surtout peu évolués, d'apport alluvial en différents degrés affectés par des sels.
- ü Une zone subdésertique sableuse avec dunes de sable.
- ü Une zone subdésertique sablo-caillouteuse qui comprend la partie septentrionale de l'Atlas Saharien.

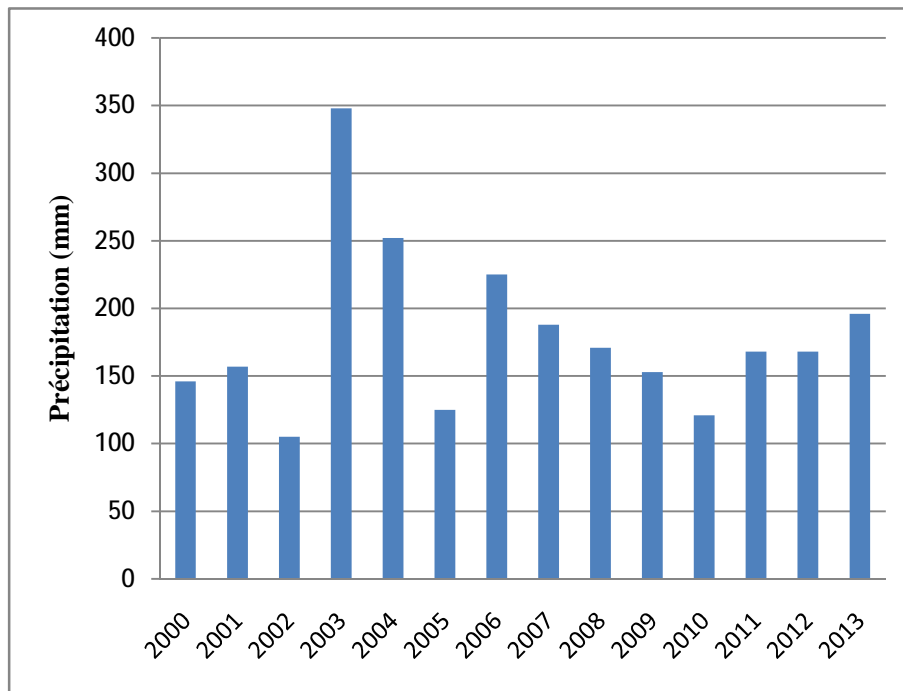
#### III.1.2.3. Climat

Le climat de la région de M'sila est de type continental à tendance aride contrasté avec une saison sèche et chaude alternant avec une saison hivernale froide (gelées fréquentes).

##### III.1.2.3.1. Pluviométrie

Sur le plan pluviométrique, la zone la plus arrosée est située au nord ; elle reçoit plus de 480 mm par an (Djebel Ech Chouk - Chott de Ouenougha) ; quant au reste du territoire, la zone la plus sèche est située à l'extrême sud de la wilaya et reçoit moins de 200 mm/an.

La région de M'sila est caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière la quantité annuelle des pluies varie de 105 mm à 348 mm (Figure 04).



**Figure 04:** Variations annuelles des précipitations en mm (2000-2013)

Source : Station météorologique de M'sila (2015).

### III.1.2.3.2. Température

Les températures estivales les plus élevées sont celles des mois de Juillet et Août, le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne de 33,9°C.

Les températures hivernales les plus basses sont celles des mois de Décembre, Janvier et Février, la température moyenne la plus basse durant l'année 2013 est celle de mois de Février avec une température de -03,2°C.

La température moyenne des maxima varie de 14,2°C (Décembre) et 38°C (Juillet), tandis que la température moyenne des minima varie de -03,2°C (Février) à 23,5°C (Juillet).

Les variations de température au cours de l'année 2013 sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 12:** Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude (2013).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jut	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	T°moy(°C)
T° moy(°C)	8,8	8,0	14,0	18,4	21,0	26,9	32,0	34,0	30,0	26,7	23,9	12,9	21,4
T° min(°C)	-1,2	-3,2	-1,7	3,6	13,5	18,2	23,5	21,9	20,4	17,7	7,9	3,3	10,32
T° max (°C)	21,3	19,6	26,8	34,1	27,4	34,1	38,0	36,1	33,0	29,6	18,9	14,2	27,7

Source : Station météorologique de M'sila (2015).

#### III.1.2.4.Ressources hydriques

Le territoire de la wilaya de M'sila est un immense bassin versant qui reçoit le flux pluvial grâce aux différents oueds qui sont alimentés à partir des bassins versants de la wilaya et ceux des wilayas limitrophes particulièrement au nord (Bouira -Bordj Bou Arrérdj). Ces oueds se jettent principalement au chott el Hodna.

##### ✓ Potentialités en eaux souterraines

Deux types de nappes sont connus à travers le territoire de la wilaya :

∅ Nappe phréatique : peu exploitée car ces eaux sont très chargées et saumâtre.

∅ Nappe profonde : Captive du Hodna et d'Ain Rich.

##### ✓ Potentialités en eau de surface

Les potentialités en eau de surface sont estimées à 320 Hm<sup>3</sup>/An, environ 90% de celles – ci se perdent dans le chott du Hodna (Tableau 13).

**Tableau 13:** Ressources hydriques de M'sila.

Ressources hydriques	Potentiel eau Hm <sup>3</sup> /An	Observations
Eaux de surface	320	Plus de 80 % de ce volume est estimé dans le nord de la wilaya
Eaux souterraines		
- Nappe hodna	133	- Nappe captive de qualité meilleure
- Nappe Ain Rich	08	- Nappe captive de qualité meilleure
Total wilaya	461	

Source : DSA de M'sila (2015).

Les principaux oueds (Tableau 14) ayant des écoulements importants durant toute l'année sont ceux originaires du nord de la wilaya. Pour le reste du territoire de la wilaya, le réseau hydrographique est moins dense.

**Tableau 14:** Principaux oueds de M'sila

Cours d'eau	Pluviométrie mm	Bassin versant Km <sup>2</sup>	Apport annuel moyen Hm <sup>3</sup>
Oued K'sob	300	1.460	30 à 50
Oued L'ham	250	6.400	15 à 210
Soubella	250	186	11
M'cif	250	4.200	40
Lougmane	300	328	15
Medjedel	300	575	15
Oued Chair	250	2.730	20
Oued Maitar	-	-	33
Oued Bousaada	-	-	08

Source : DSA de M'sila (2015).

## III. 2. Objectif et méthodologie

### III.2.1. Objectif

L'objectif de ce travail est de déterminer les facteurs de variations des paramètres physico-chimiques de lait cru de vache collecté dans la région de M'sila, par le réseau de collecte de la laiterie Hodna, dans laquelle les analyses de lait sont réalisées sur des échantillons de lait de mélange.

### III.2.2. Méthodologie

#### III.2.2.1. Echantillonnage et analyses réalisées

Les échantillons du lait de vache utilisés pour effectuer les différentes analyses physico-chimiques provenaient du lait collecté par le réseau de collecte Hodna lait de différentes régions de la wilaya de M'sila.

Les paramètres mesurés dans ces analyses sont:

- Le pH ;
- L'acidité ;
- La densité ;
- La matière grasse ;
- La matière protéique ;
- L'extrait sec total.

Ces analyses sont effectuées au niveau du laboratoire de la laiterie, une partie des analyses est faite à l'aide d'un appareil multi paramètres appelé le lactostar (Photo 01), l'autre partie est analysée par l'utilisation des méthodes conventionnelles (analyse séparée pour chaque paramètre physico-chimique).



**Photo 01:** Appareil d'analyse du lait « le lactostar ».

Une partie des analyses est faite pendant la période de stage, et le reste des données est récupéré à travers les fichiers d'analyse quotidienne du lait au niveau de laboratoire de la laiterie.

Le nombre total de notre échantillon est de **1945** analyses réalisées entre le 2 Janvier et le 21 Octobre 2013.

### **III.2.2.2. Analyses statistiques**

Toutes les données sont rassemblées dans un fichier type tableur (Excel 2007).

Ce tableau, en plus des paramètres physico-chimiques de lait, il contient des informations sur la date, la saison, la région de collecte et les moyens de transport pour chaque échantillon.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS version 21.

Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée. Les moyennes des variables ont été comparées à l'aide du test post hoc et les différences statistiques ont été déclarées à  $P < 0,05$ .

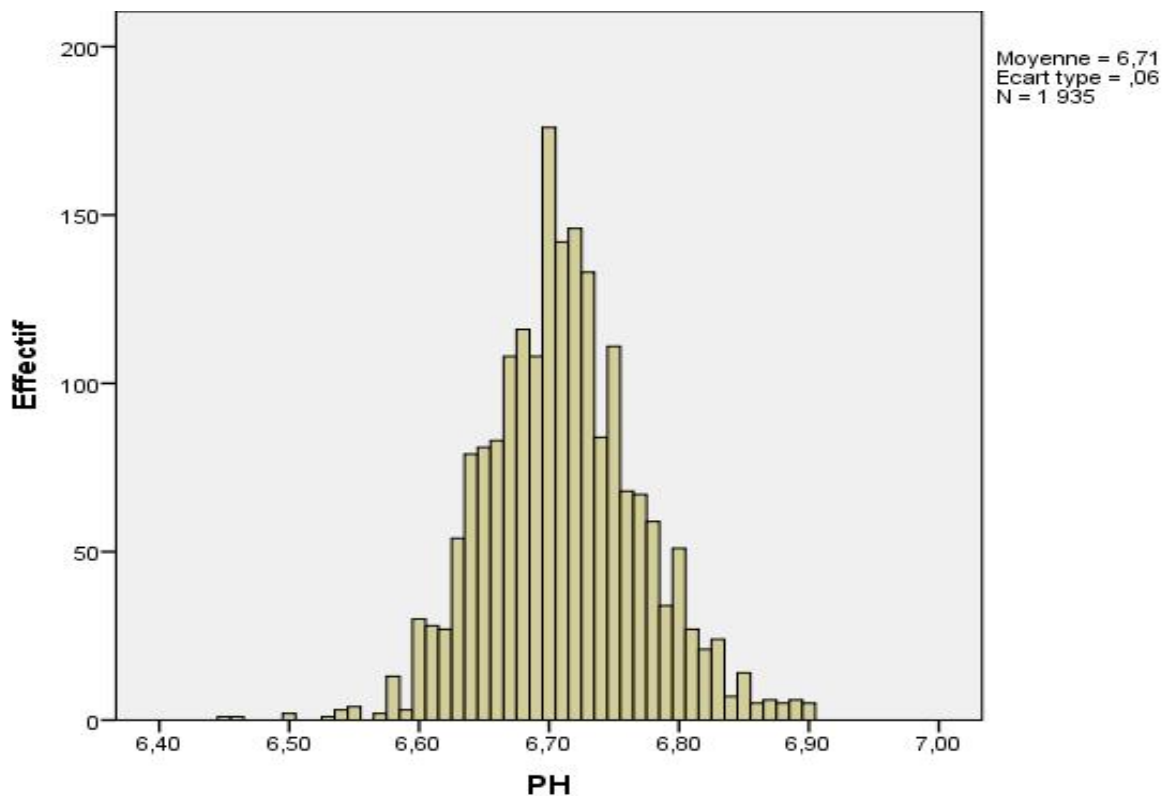
# **Chapitre IV :**

## **Résultats et discussion**

## IV.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits crus analysés

### IV.1.1. Le pH

Le lait analysé présente un pH moyen proche de la neutralité d'une valeur de  $6,71 \pm 0,06$ . Il varie entre 6,45 et 6,9, tandis que la majorité des laits analysés (92,1%) présentent un pH qui varie de 6,6 à 6,8 (Figure 05).



**Figure 05:** Distribution du pH du lait.

Les valeurs du pH relevées dans la présente étude sont conformes aux normes admises par JEANTET et *al* en 2009 et DOYLE et *al* en 2001 avec un pH moyen qui oscille entre 6,4 et 6,8. D'autre part, selon ALAIS (1984) et FAO (1995) ; le pH de lait de vache varie entre 6,6 et 6,8.

Nos résultats se rapprochent de celles rapportées par GHODBANE (2005), dans la région de Batna, qui a enregistré un pH moyen égal à  $6,58 \pm 0,25$ . Et par DEBOUZ et *al* (2014) dans la région de Ghardaïa d'un pH moyen de  $6,62 \pm 0,13$ .

Nos valeurs sont très proches à celles obtenues au Maroc par SRAÏRI et *al* en 2004, avec un pH moyen de 6,74. Par ailleurs, au Sud tunisien les valeurs moyennes obtenues par SBOUI et *al* en 2009 sont de  $6,56 \pm 0,24$ .

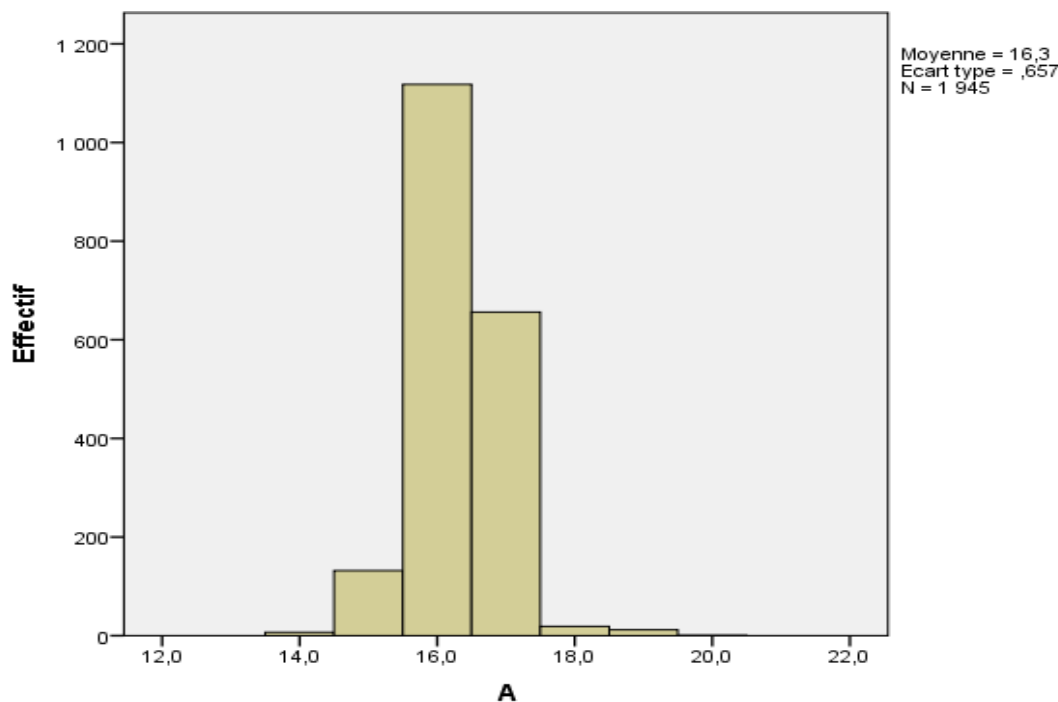
### IV.1.2. L'acidité

L'acidité développée est due à l'acide lactique provenant de la dégradation microbienne du lactose dans les laits non frais. Pour les laits frais, la norme selon AMIOT et *al* (2002) étant entre 13 et 17°D.

Selon Mathieu (1998) ; Un lait frais, lait dont le lactose n'a pas encore été transformé en acide lactique a une acidité de l'ordre de 16°D. Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement.

JEAN et DIJON(1993) constatent qu'un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D.

La plupart de nos échantillons (98%) sont conformes, ils ont une acidité qui se situe entre 15 et 17°D. L'acidité moyenne obtenue est de 16,3°D, elle varie entre 14 et 20°D (Figure 06).



**Figure 06:** Distribution de l'acidité.

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par GHODBANE (2005) ; dans la région de Batna, où l'acidité moyenne est de  $17,88 \pm 1,15$ °D, et ceux obtenus par BELHADI en 2010 à Tizi Ouzou, avec une acidité moyenne de  $17,57 \pm 1,07$ .

Par ailleurs, DEBOUZ et *al* en 2014 mentionnent qu'à Ghardaïa l'acidité moyenne est de l'ordre de  $18 \pm 0,01$  °D. Par contre, dans l'Ouest algérien (à proximité d'Oran), ROUDJ et *al* en 2005, obtiennent une très basse acidité ( $13,5$ °D).

Au Maroc, El MARNISSI et *al*, en 2013, rapportent que l'acidité moyenne obtenue est d'une valeur de 16° D, d'autre part, d'après LABIOUI et *al* (2009) ; dans la région de Mnasra (au Maroc), l'acidité moyenne est de 16,75°D.

Au Sud tunisien, SBOUI et *al* en 2009 constatent que l'acidité moyenne obtenue est de 17,12.

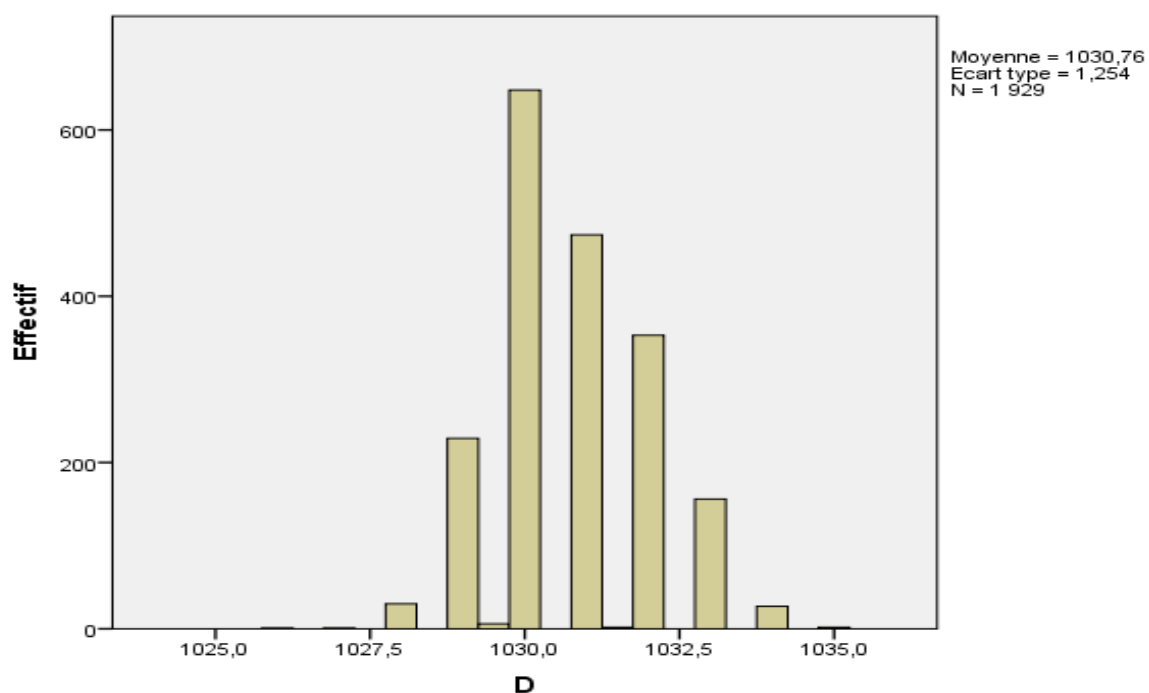
### IV.1.3. La densité

La densité du lait est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait.

Dans un lait conforme aux normes, selon VIERLING (2008), la densité du lait varie entre 1028 et 1034, elle doit être supérieure ou égale à 1028 à 20°C, la densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1032 à 20°C.

Par ailleurs, selon ABOUTAYEB (2011), la densité est en moyenne 1032 (1028-1035).

En effet, les résultats de nos échantillons sont conformes aux normes, avec une moyenne de  $1030,76 \pm 1,25$  (Les fluctuations autour de la moyenne sont élevées avec un écart type de 1,25), elle varie entre 1026 et 1035. Tandis que la quasi-totalité des laits analysés (99,8%) ont une densité qui oscille entre 1028 et 1034 (Figure 07).



**Figure 07:** Distribution de la densité.

Nos résultats sont plus élevés que ceux rapportés par BELHADI (2010) à Tizi Ouzou, où la densité présente une moyenne de 1028, aussi à ceux enregistrés par DEBOUZ et *al* en 2014 à

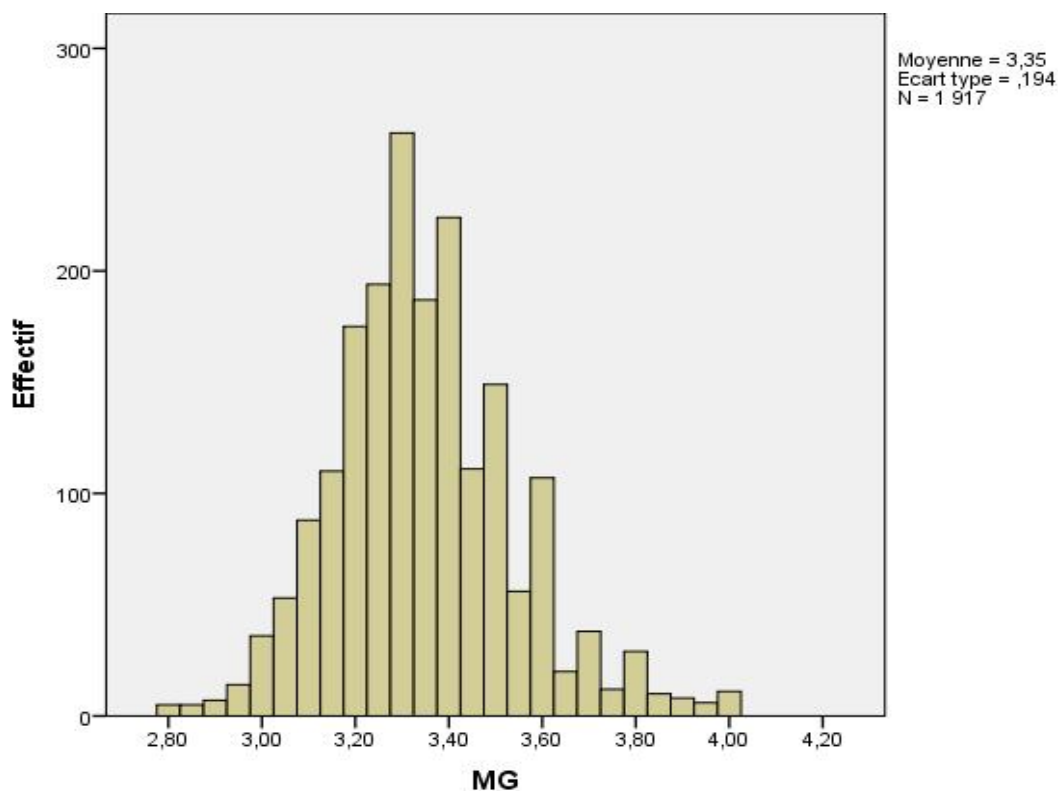
Ghardaïa avec une valeur moyenne de  $1028 \pm 0.00$ , et BACHTARZI (2012) dans l'Est algérien d'une densité moyenne de  $1029 \pm 0.001$ .

Par contre, nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par ROUDJ et *al* en 2005, dans l'Ouest algérien, d'une densité moyenne de 1036.

#### IV.1.4. La matière grasse

Le taux butyreux est un critère relativement variable d'un jour à l'autre, car il est fortement lié à la traite. Cependant, il est, parmi les solides du lait, l'élément qui est le plus fortement et le plus rapidement modifiable par l'alimentation (COULON et HODEN ; 1991).

La teneur en matière grasse de nos échantillons des laits varie entre 2,8 et 4,01% avec une moyenne de  $3,35 \pm 0,19\%$  (Figure 08), cette valeur est inférieure à la norme, selon VIERLING (2008), pour le lait de grand mélange d'un taux butyreux de 3,7%. Et celle mentionnée par ALAIS et LINDEN en 2004 avec un taux butyreux de 3,5%.



**Figure 08:** Distribution de la matière grasse.

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus en 2012, par BOUSBIA et *al*, dans la région de Constantine, avec un taux butyreux de 4,07%, et ceux obtenus par BELHADI en 2010 à Tizi Ouzou d'un taux de 4,15% de matière grasse.

Tandis que, dans les exploitations des Alpes du Nord, AGABRIEL et *al* en 1991, signalent que la valeur moyenne de matière grasse obtenue est de 3,62%.

En revanche, nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par BACHTARZI (2012) à l'Est algérien, avec un taux butyreux moyen de 3,1%, et le taux de 3,25% signalé par SBOUI et *al* en 2009 au Sud tunisien, aussi la valeur obtenue par LABIOUI et *al* en 2009 dans la région de Mnasra au Maroc avec un taux butyreux moyen de 3,15%.

Par contre, nos résultats sont très proches à ceux obtenus par OUALI en 2003, dans la région de Draa Ben Khedda à Tizi Ouzou, avec un taux butyreux moyen de 3,3%.

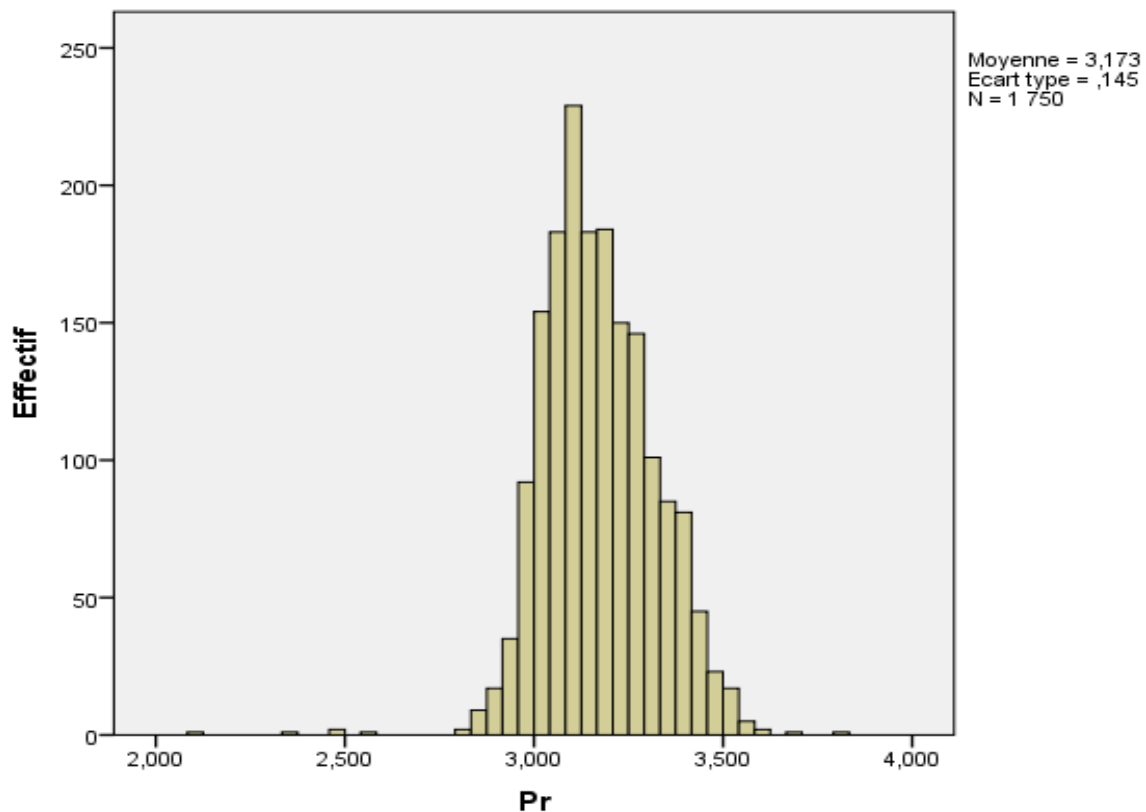
#### IV.1.5. La matière protéique

Le taux protéique (TP) est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le taux protéique conditionne la valeur marchande du lait, plus le taux protéique sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur (paiement du point de TP). En effet plus le taux protéique est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon. La teneur totale avoisine 34 à 35 g/l (COURTET ; 2010).

Par ailleurs selon LUQUET (1985) ; le taux protéique moins sensible aux influences zootechniques que le taux butyreux, représente 95% de l'azote total du lait soit 32,7% de protéine par litre.

JEANTET et *al* (2007) ; signalent que le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de taux protéique.

Nos résultats sont légèrement inférieurs aux normes admises par COURTET (2010), LUQUET (1985) et JEANTET et *al* (2007), avec un taux protéique moyen de  $3,17 \pm 0,14\%$ , il varie entre 2,12 et 3,83%, tandis que la majorité des laits analysés (89,3%) ont un taux protéique qui se situe entre 2,97 et 3,4% (Figure 09).



**Figure 09:** Distribution de la matière protéique.

Nos résultats sont inférieurs aux résultats obtenus par SID en 2010 ; dans la région de Boumerdes, avec un taux protéique moyen de 3,21%, et de 3,27% dans la région de Tizi Ouzou. Et ceux signalé par BOUSBIA et *al* (2012), dans la région de Constantine d'un taux protéique moyen de 3,22%.

Nos résultats sont aussi inférieurs par rapport aux résultats obtenus par DEBOUZ et *al* en 2014 dans la région de Ghardaïa, avec une valeur moyenne de 3,49% de taux protéique. Et ceux obtenus dans l'Ouest algérien, par ROUDJ et *al* en 2005, avec une valeur moyenne de 3,4% de taux protéique.

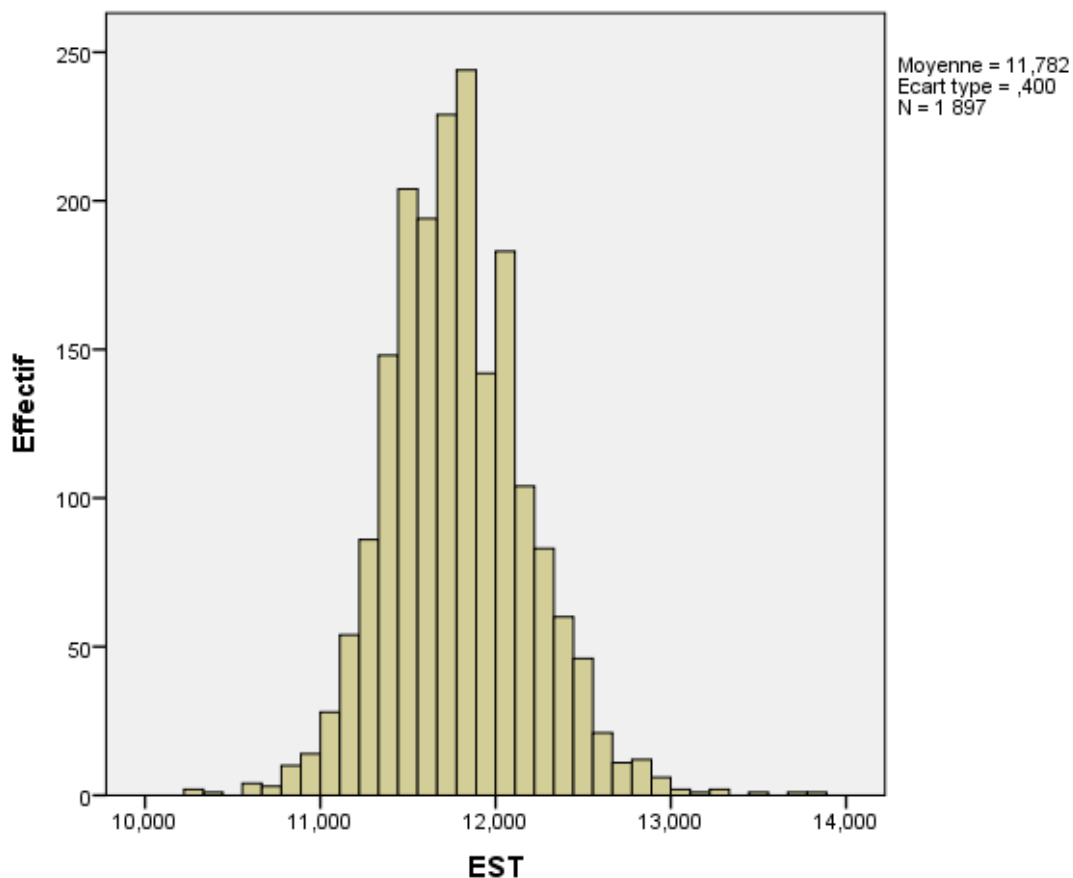
Tandis qu'OUADGHIRI en 2009, signale qu'au Maroc la valeur moyenne obtenue de matière protéique est de 3,41%.

En revanche, nos résultats sont supérieurs par rapport aux résultats obtenus par SBOUI et *al*, au Sud tunisien en 2009, avec une valeur moyenne de 3,05% de taux protéique.

### IV.1.6. L'extrait sec total

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 ; 1984).

Les résultats obtenus de l'analyse de nos échantillons, présentent des valeurs allant de 10,28 à 13,81% d'extrait sec total, avec une moyenne de  $11,78 \pm 0,4\%$  (Figure 10). Et sont en dessous de la norme rapportée par Alais et Linden (2004), avec une valeur de 12,7%, et celle rapportée par FAO (1985), avec un extrait sec total moyen situé entre 12,5 et 13%.



**Figure 10:** Distribution de l'extrait sec total.

En comparaison, ces valeurs se rapprochent de celles rapportées par LABIOUI et *al* en 2009, dans la région de Mnasra (au Maroc), avec un extrait sec total moyen de 11,75%.

Donc, nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par BOUZEBDA et *al* en 2003, dans la région d'El-Tarf (Nord-Est algérien), d'un taux de 12,67%.

Par contre, ils sont supérieurs par rapport aux résultats obtenus par SBOUI et *al* au Sud tunisien en 2009, d'un taux moyen de 10,48% d'extrait sec total.

## IV.2. Facteurs de variation des paramètres physico-chimiques du lait

Dans cette partie nous expliquerons comment et dans quelles mesures les différents facteurs de variation agissent sur les paramètres étudiés (le pH, l'acidité, la densité, le taux butyreux, le taux protéique et l'extrait sec total).

Plusieurs facteurs ont été étudiés tels que le mois, la saison, la région de collecte et les moyens de transport, mais on trouve que seulement la région et la saison ont des effets significatifs sur les paramètres physico-chimique du lait.

### IV.2.1. Effet de la saison

#### IV.2.1.1. Effet de la saison sur le pH du lait

Le test de comparaison deux à deux des valeurs moyennes de pH du lait des quatre saisons, avec un seuil de 5%, montre qu'il y'a une différence significative entre les pH moyens du lait pour les quatre saisons (Figure 11).

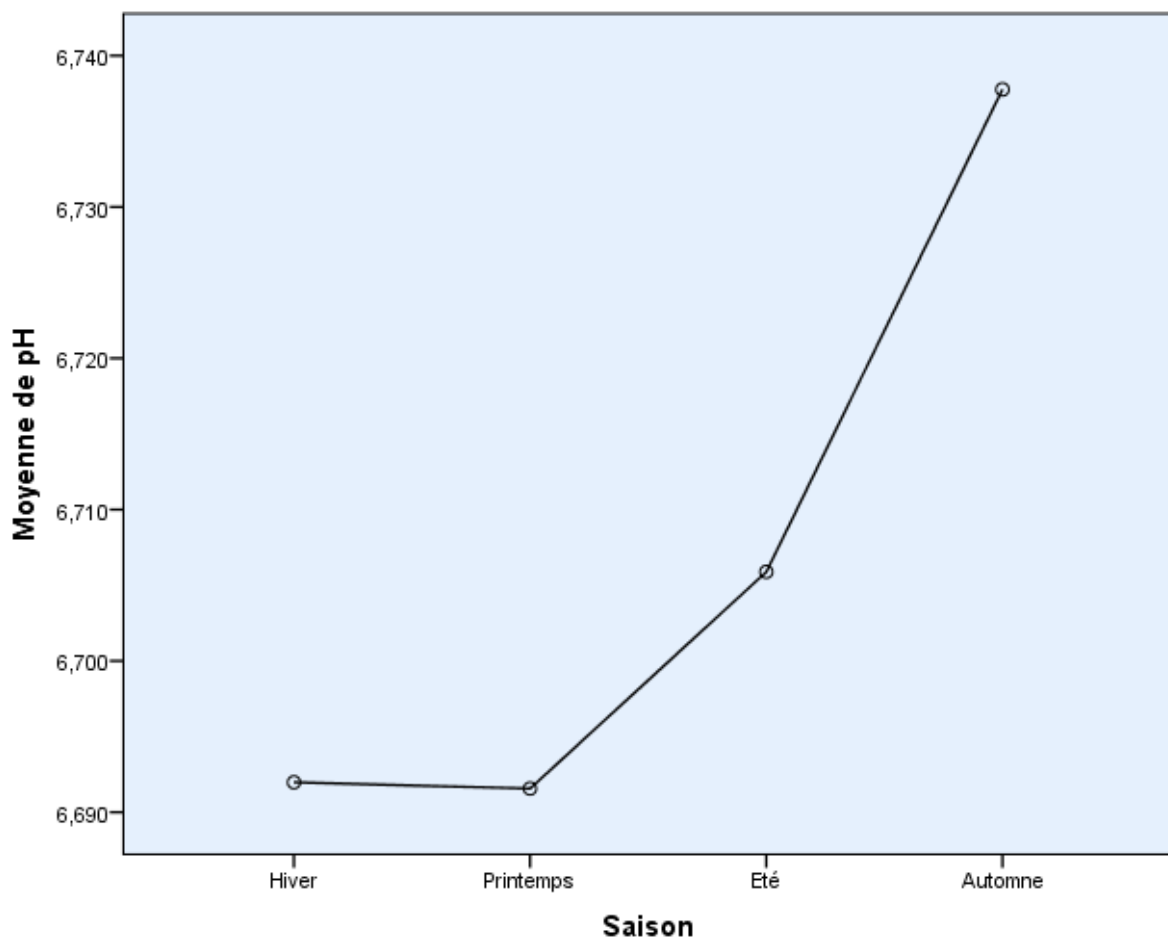


Figure 11: Variation de pH du lait selon la saison.

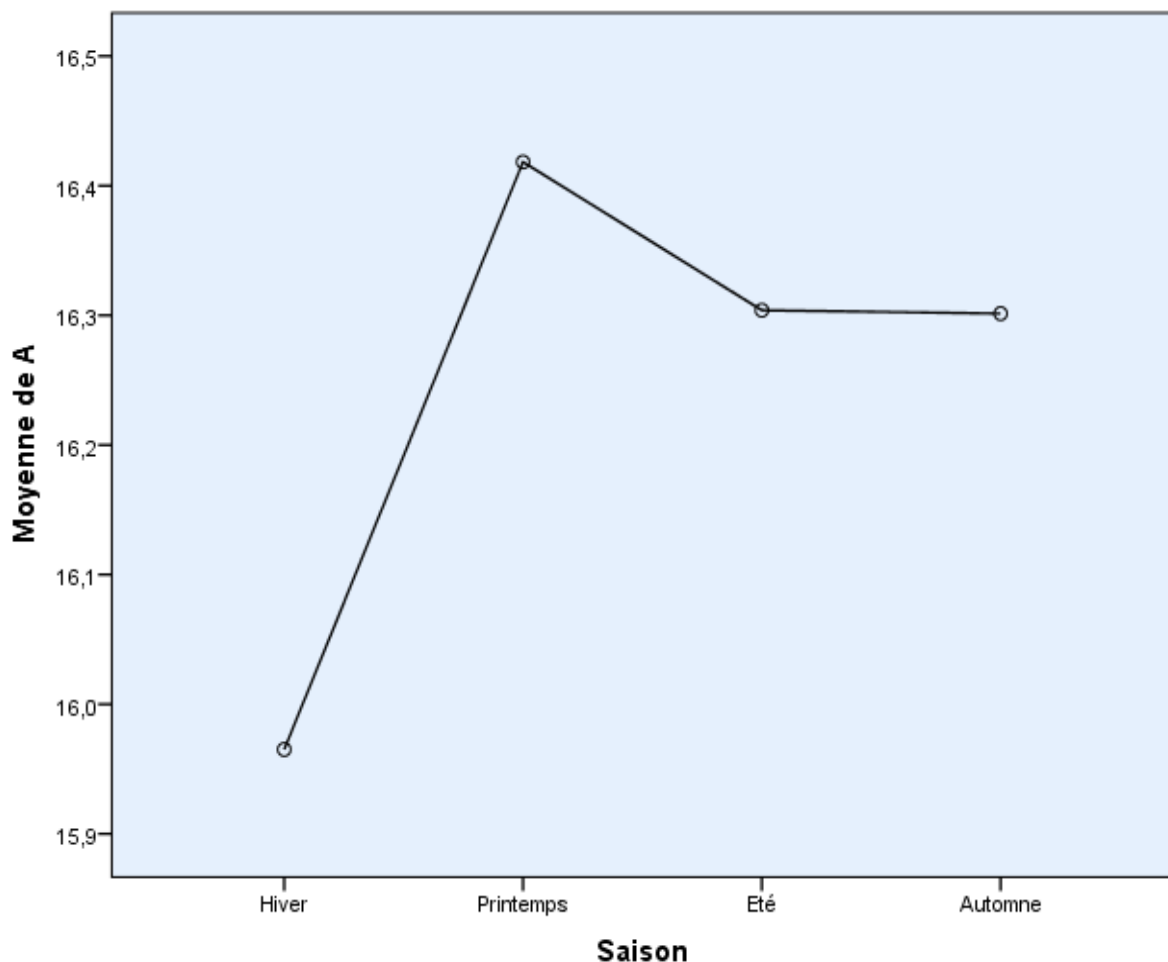
D'après la figure ci-dessus, il apparaît que le pH moyen du lait a des valeurs similaires entre l'hiver et le printemps avec un pH moyen de 6,69.

Tandis qu'en automne le pH moyen atteint sa valeur maximale, avec un pH de 6,74, par ailleurs en été le pH moyen du lait est de 6,7.

Généralement, la différence entre les saisons est principalement apparue significative d'une part entre l'été par rapport l'hiver, le printemps et l'automne, d'autre part entre l'automne en comparaison avec l'hiver, le printemps et l'été.

#### IV.2.1.2. Effet de la saison sur l'acidité du lait

La recherche de différence entre les valeurs moyennes de l'acidité du lait, par paires et avec un seuil de 5%, nous amène à conclure qu'il y'a une différence significative entre les différentes saisons comme elle illustre la figure suivante :



**Figure 12:** Variation de l'acidité du lait selon la saison.

Selon la figure ci-dessus, Il apparaît que les différences sont significatives principalement entre toutes les saisons, sauf entre l'acidité des laits de l'été et celle de l'automne car ils sont très proches avec une valeur moyenne de  $16,3^{\circ}\text{D}$ , tandis qu'elle est de  $16,42^{\circ}\text{D}$  pour le printemps, et de  $15,96^{\circ}\text{D}$  pour l'hiver.

Donc, l'acidité du lait analysé atteint sa valeur maximale pendant le printemps, alors ces résultats concordent avec ceux obtenus par MEKROUD en 2010 dans la région de Sétif, pour les deux mois de mars et d'avril.

Par contre, la valeur minimale d'acidité est enregistrée pendant l'hiver, mais dans la région de Sétif MEKROUD, en 2010, signifie qu'elle est minimale au mois d'août (en été).

#### IV.2.1.3. Effet de la saison sur la densité du lait

La recherche de la différence au niveau de signification 5% entre les densités des laits pris deux à deux, nous amène à conclure qu'il y'a une différence significative entre les saisons (Figure 13).

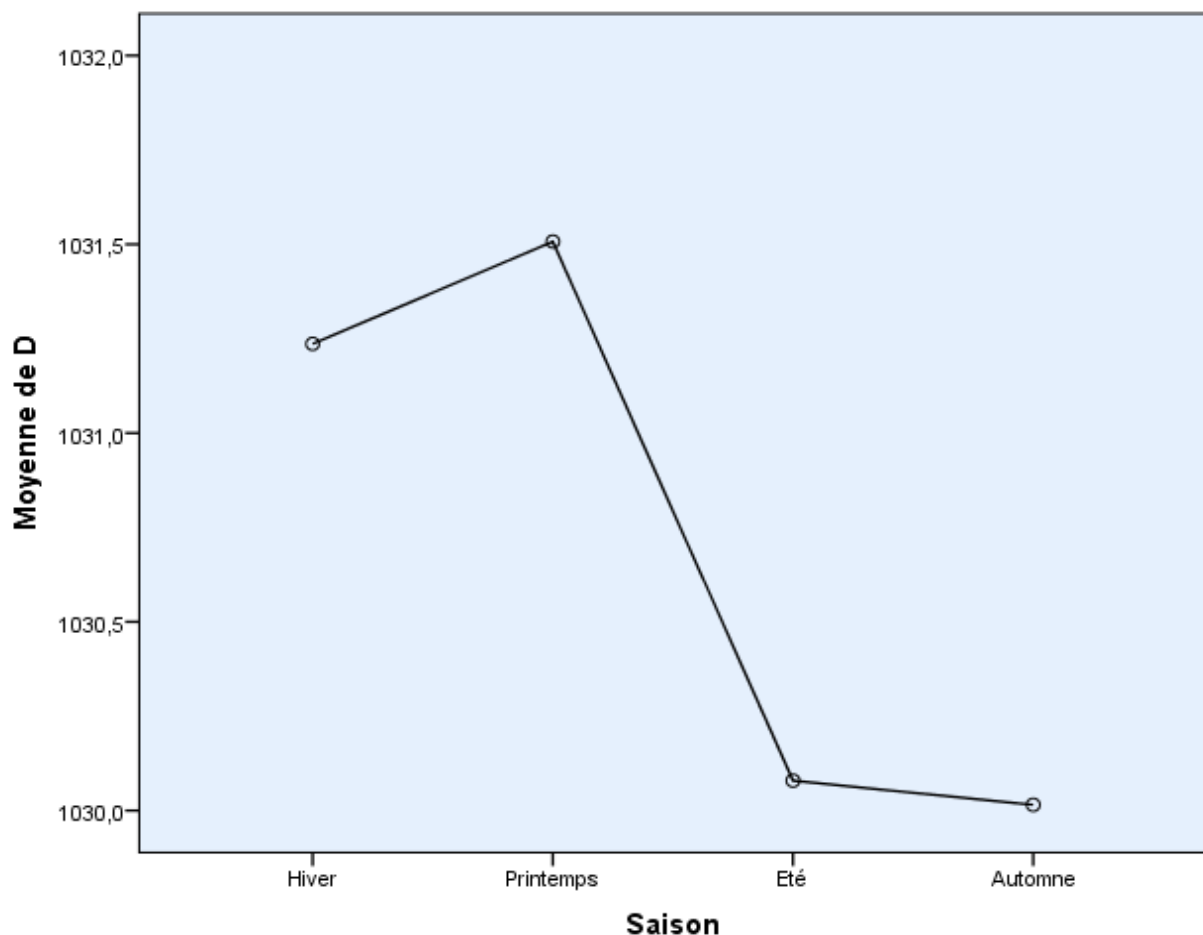


Figure 13: Variation de la densité du lait selon la saison.

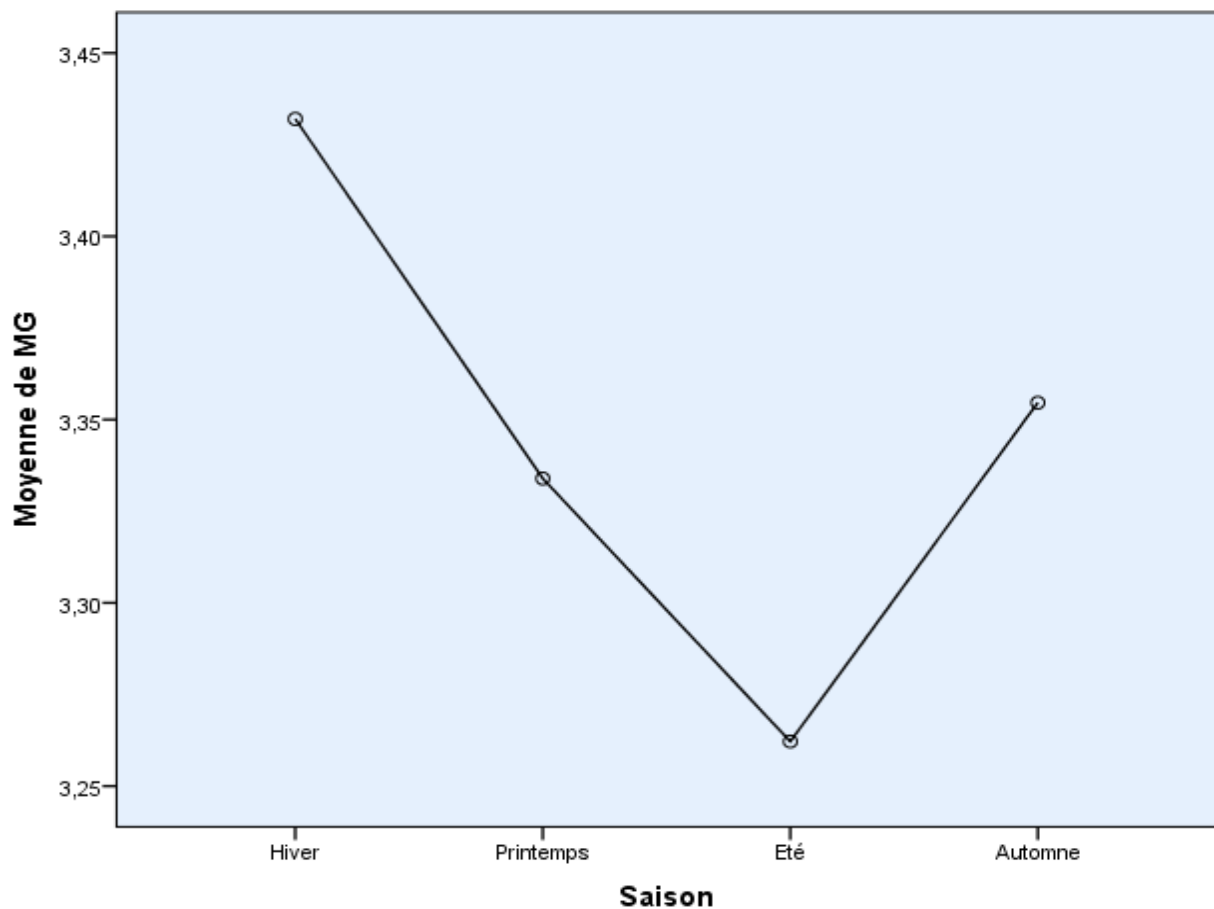
A partir de cette figure (Figure 13), il apparaît qu'il y'a des différences significatives enregistrées généralement entre tous les saisons, mais il n'y a pas de différence entre la densité des laits pour l'été et l'automne car ils sont très proches, avec une densité moyenne de 1030,08 pour l'été, et 1030,01 pour l'automne.

D'autre part, la densité moyenne obtenue pendant l'hiver est de 1031,24, tandis qu'elle est de 1031,51 pendant le printemps.

La densité du lait analysé atteint sa valeur maximale pendant le printemps, outre sa valeur minimale est obtenue pendant l'automne. Par ailleurs, MEKROUD en 2010 signale que dans la région de Sétif, la valeur minimale des densités est enregistrée au mois de juin et le mois d'avril, avec des pics au mois de février.

#### IV.2.1.4. Effet de la saison sur la matière grasse du lait

Les comparaisons multiples par paires des teneurs moyennes de la matière grasse des laits analysés ressortissent qu'il y'a des différences significatives entre les quatre saisons (Figure 14).



**Figure 14:** Variation de la matière grasse du lait selon la saison.

Le taux de la matière grasse atteint son maximum pendant l'hiver, avec une valeur moyenne de 3,43%. Tandis qu'il est de 3,33% pendant le printemps, de 3,26% pendant l'été et de 3,35% pendant l'automne.

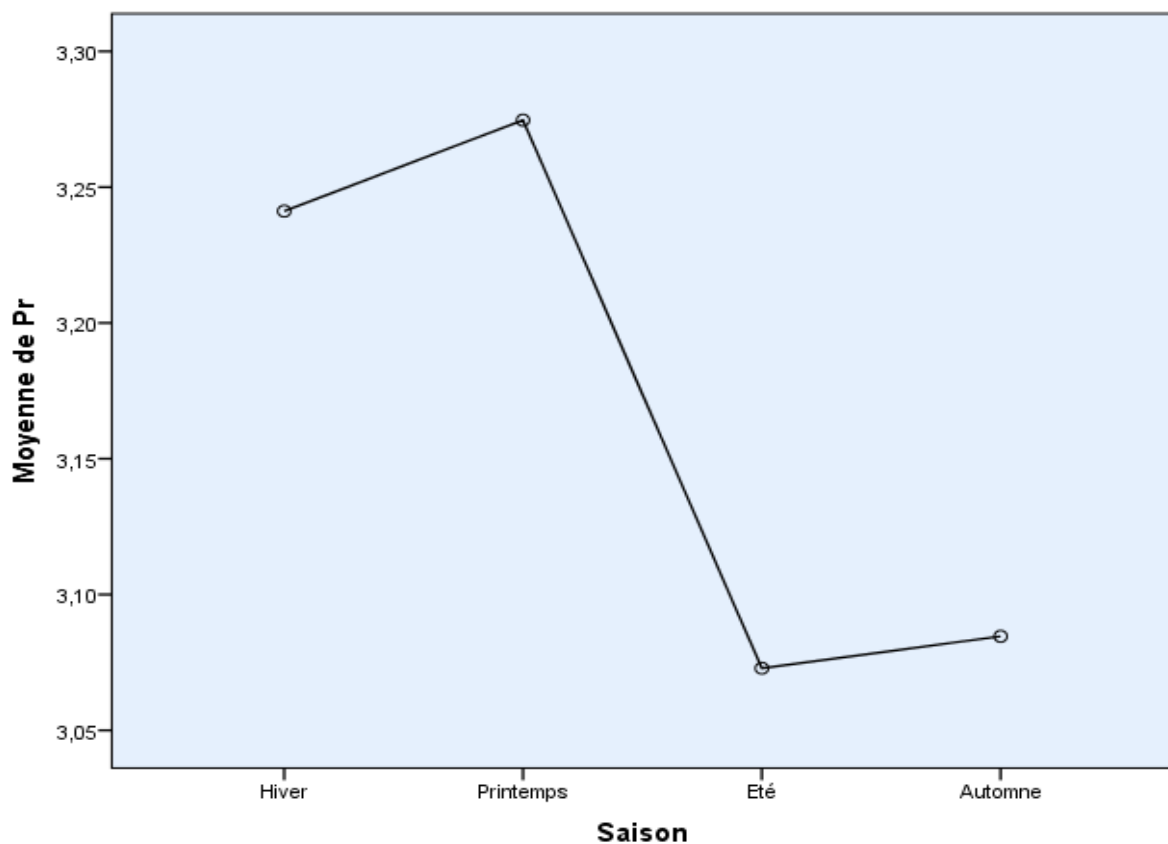
Nos résultats des analyses concordent avec ceux de SPIKE et FREEMAN (1967), BRUHN et FRANKE (1976) et COULON et *al* (1991) qui rapportent que le taux butyreux du lait est plus faible en été et plus élevé en hiver.

Ces résultats sont différents par rapport aux résultats rapportés par DECAEN et JOURNET (1966) et POUGHEON et GOURSAUD (2001), ces auteurs notent que le taux de matière grasse présente un minimum en été (juin-juillet), et un maximum à la fin de l'automne. Aussi, GOURSAUD (1985) constate que le taux de matière grasse a un maximum en fin d'automne et un minimum en printemps.

#### IV.2.1.5. Effet de la saison sur la matière protéique du lait

Le test de comparaison des valeurs moyennes de la teneur du lait en matière protéique fait apparaître qu'il y'a des différences significatives entre les quatre saisons.

Les valeurs moyennes obtenues des taux protéique sont engendrées sur la figure suivante:



**Figure 15:** Variation de la matière protéique du lait selon la saison.

A partir de la figure ci-dessus, on observe que les différences sont significatives pour les quatre saisons, sauf entre l'été et l'automne puisqu'ils ont des valeurs moyennes similaires (3,07% pour l'été et 3,08% pour l'automne).

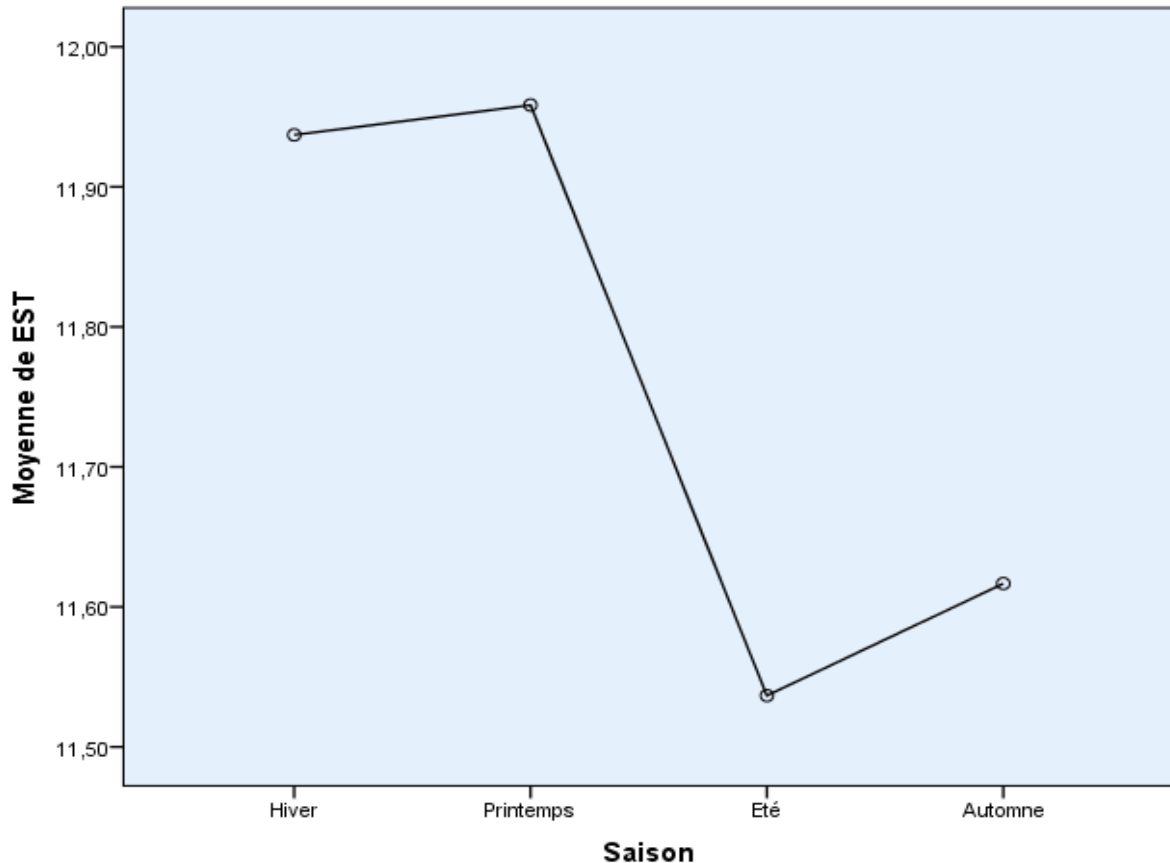
La valeur maximale de taux protéique est enregistrée pendant le printemps avec un taux moyen de 3,27%, puis pendant l'hiver avec un taux protéique moyen de 3,24%.

Ces résultats sont différents par rapport à ceux trouvés par DECAEN et JOURNET (1966), AGABRIEL *et al* (1990), COULON *et al* (1991), BOUSSELMI *et al* (2010) et WYSS *et al* (2011). Les premiers et les seconds auteurs ont constaté que le taux de matière protéique a un maximum en automne, tandis que les troisièmes, les quatrièmes et les cinquièmes auteurs ont constaté que la valeur maximale de taux protéique est observée pendant l'hiver.

En revanche, nos résultats sont en accord avec les résultats des auteurs précédents pour la valeur minimale de taux protéique qui est enregistrée pendant l'été.

#### IV.2.1.6. Effet de la saison sur l'extrait sec total du lait

Les analyses statistiques ressortissent qu'il y'a des variations significatives entre les valeurs moyennes de l'extrait sec total du lait pour chaque saison (Figure 16).



**Figure 16:** Variation de l'extrait sec total du lait selon la saison.

Par ailleurs, il n'y a pas de différence entre l'extrait sec total du lait pour l'hiver et celle du printemps car ils sont très proches, avec un extrait sec total moyen de 11,94% pour l'hiver, et 11,96% pour le printemps.

L'extrait sec total moyen obtenu pour l'été et l'automne est inférieur par rapport à ceux obtenus au printemps et l'hiver, il est de 11,54% pour l'été et 11,62% pour l'automne.

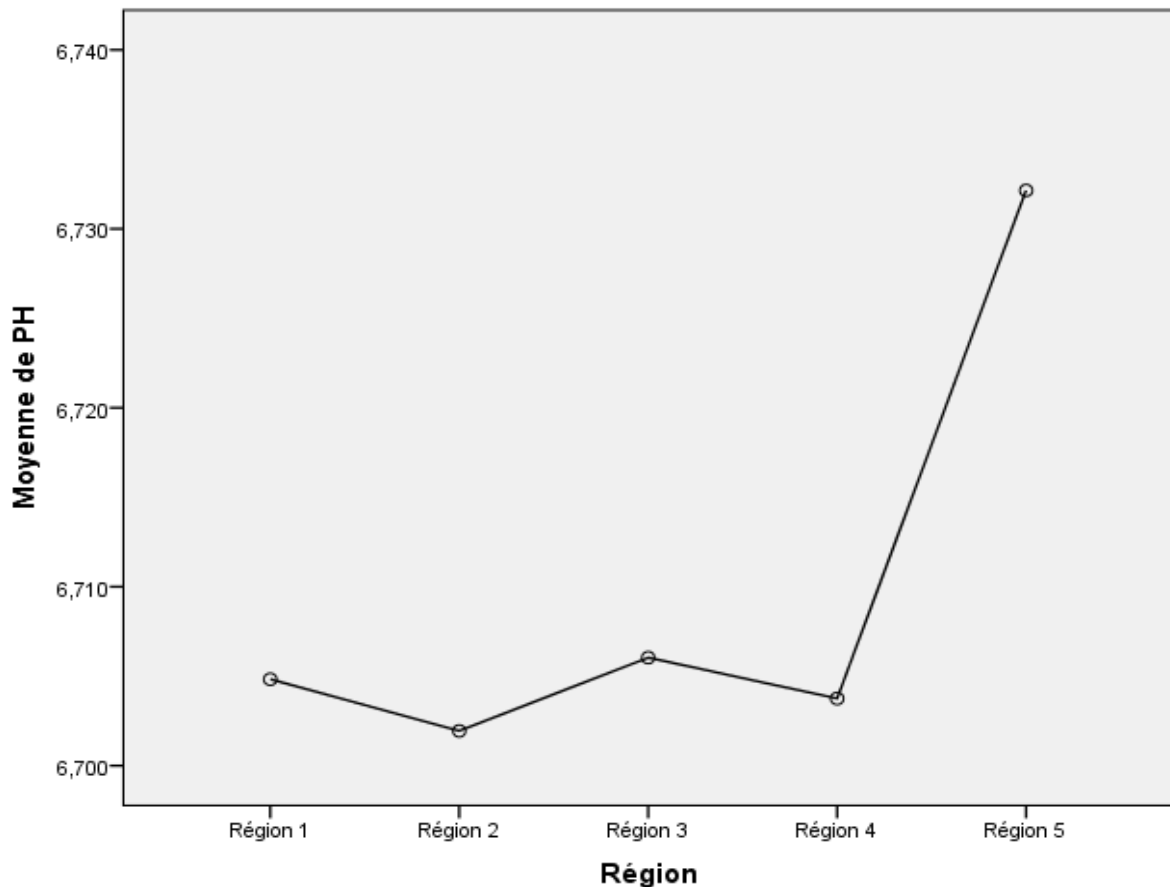
#### **IV.2.2. Effet de la région**

La collecte du lait se fait sur plusieurs régions de la wilaya de M'sila et quelques régions limitrophes de la wilaya, ces régions sont déterminées comme suit :

- Ø La 1<sup>ère</sup> région ; c'est la région de M'sila.
- Ø La 2<sup>ème</sup> région ; c'est la région de Magra.
- Ø La 3<sup>ème</sup> région ; c'est la région de Hammam Dalâa.
- Ø La 4<sup>ème</sup> région ; c'est la région d'Aïn El Melh.
- Ø La 5<sup>ème</sup> région ; c'est la région de Boussâada.

##### **IV.2.2.1. Effet de la région sur le pH du lait**

Les résultats des analyses statistiques font montrer qu'il y'a une différence significative entre les pH moyens pour les cinq régions de collecte du lait. Les valeurs moyennes obtenues de pH du lait sont illustrées par la figure suivante :



**Figure 17:** Variation de pH du lait selon la région de collecte.

A partir de la précédente figure, on constate que la différence enregistrée pour le pH moyen du lait concerne la 5<sup>ème</sup> région de la collecte du lait avec les autres régions (région 1, 2, 3 et 4). La valeur moyenne de pH du lait atteint son maximum pour la région 5 avec une valeur de 6,73.

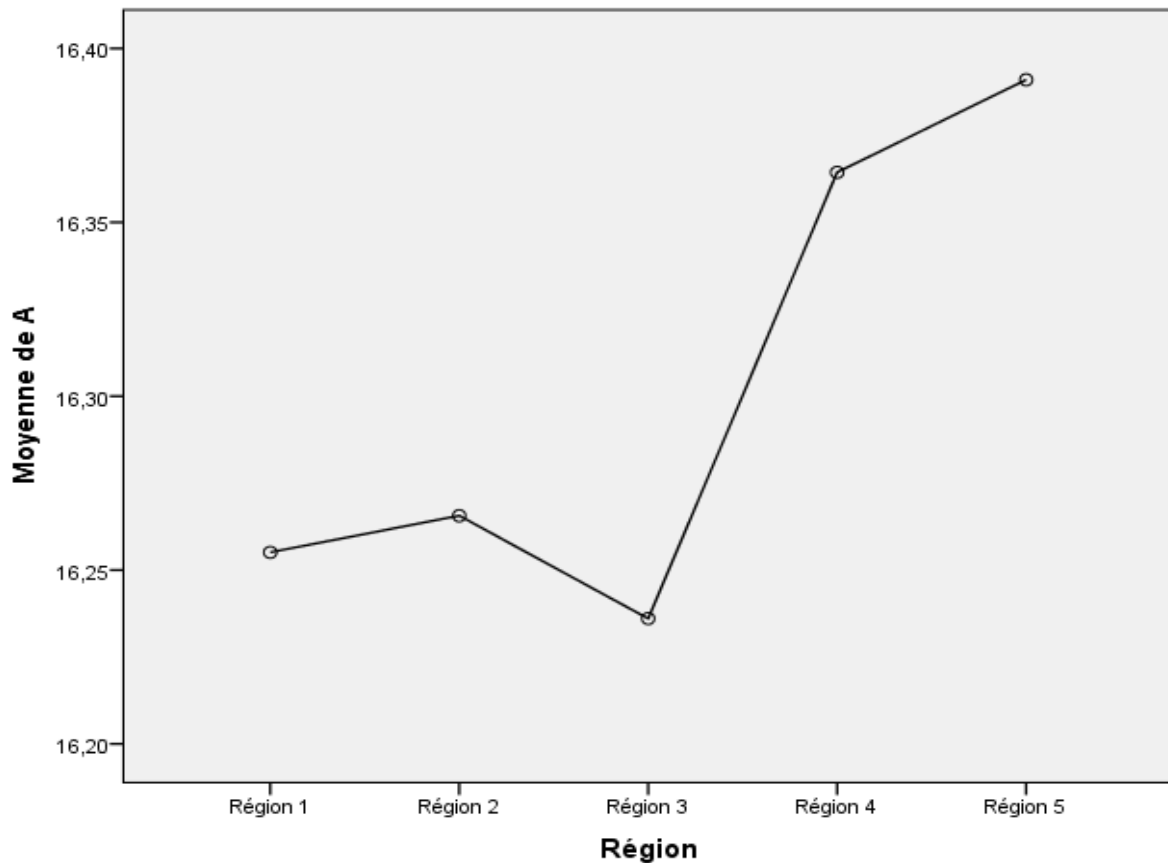
Par contre les régions 1, 2, 3 et 4 ont un pH moyen du lait très proches entre eux, avec une valeur reste autour 6,7.

Cette différence pourrait être expliquer par la distance entre la région de collecte du lait et la laiterie.

#### **IV.2.2.2. Effet de la région sur l'acidité du lait**

L'analyse statistique manifeste qu'il y'a une différence significative entre les valeurs moyennes de l'acidité du lait en fonction des différentes régions de collecte.

La figure suivante représente les variations de l'acidité pour chaque région de collecte :



**Figure 18:** Variation de l'acidité du lait selon la région de collecte.

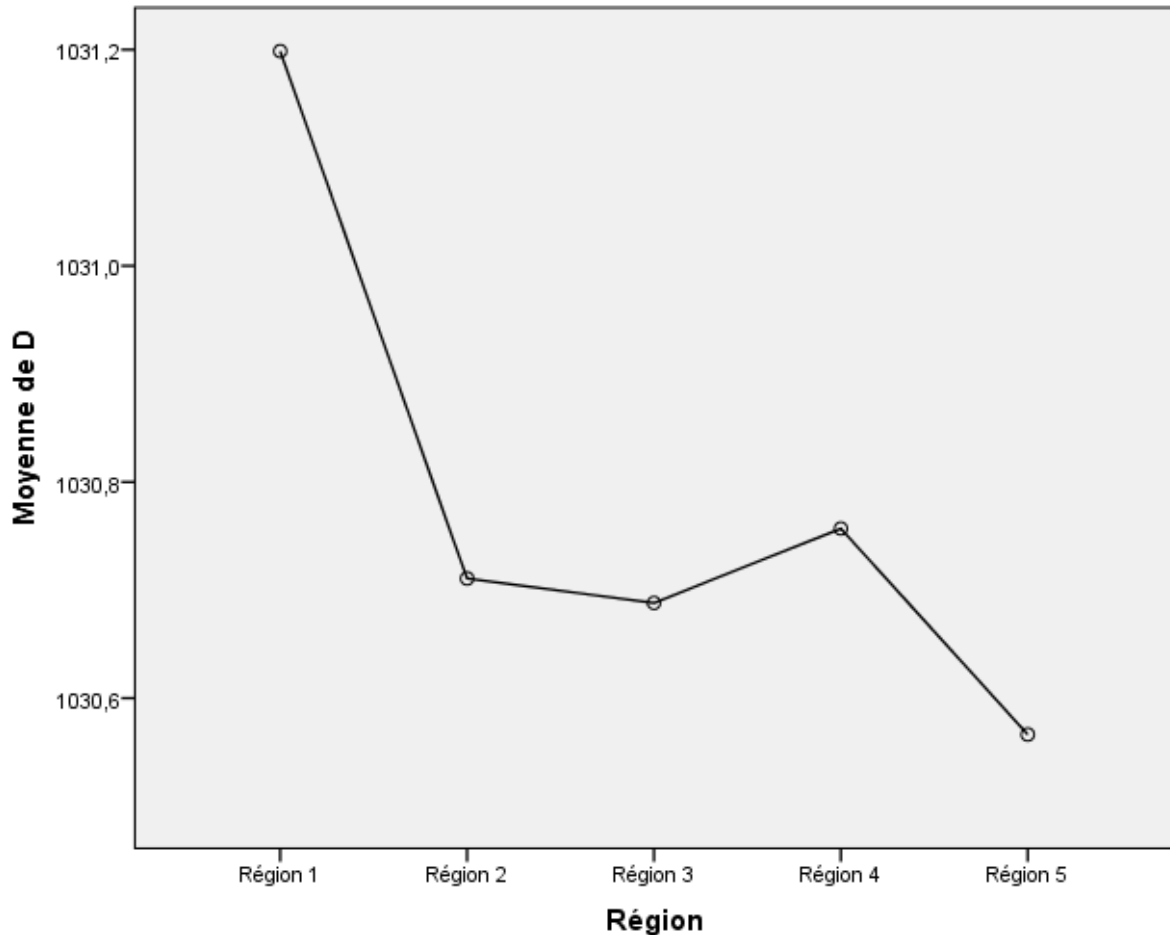
Les comparaisons multiples par paires (Figure 18) des acidités moyennes du lait des différentes régions fait apparaître qu'il n'y a pas de différence d'acidité entre la 1<sup>ère</sup>, la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> région d'une part et entre la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région d'autre part.

Mais il existe une différence significative entre le premier groupe (pour les régions 1, 2 et 3), et le deuxième groupe (pour la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région).

L'acidité du premier groupe est inférieure à celle du deuxième groupe, avec des valeurs moyennes de 16.25, 16.27, 16.24, 16.36 et 16.39 correspondent respectivement de la 1<sup>ère</sup>, la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup>, la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte du lait.

### IV.2.1.3. Effet de la région sur la densité du lait

Les analyses statistiques ressortissent qu'il y'a des différences significatives entre les valeurs moyennes de la densité selon les différentes régions de collecte du lait ( $p < 0,05$ ), ces variations sont représentées dans la figure suivante :



**Figure 19:** Variation de la densité du lait selon la région de collecte.

A partir la figure ci-dessus, et après la comparaison des densités moyennes des laits pris deux à deux par rapport aux différentes régions de collecte, on constate qu'il y'a une différence significative entre la 1<sup>ère</sup> région d'une densité moyenne de 1031,2 avec les autres régions de collecte (la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup>, la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région avec des densités moyennes de 1030,7, 1030,7, 1030,8 et 1030,6 respectivement) d'une part, et entre la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte d'autre part.

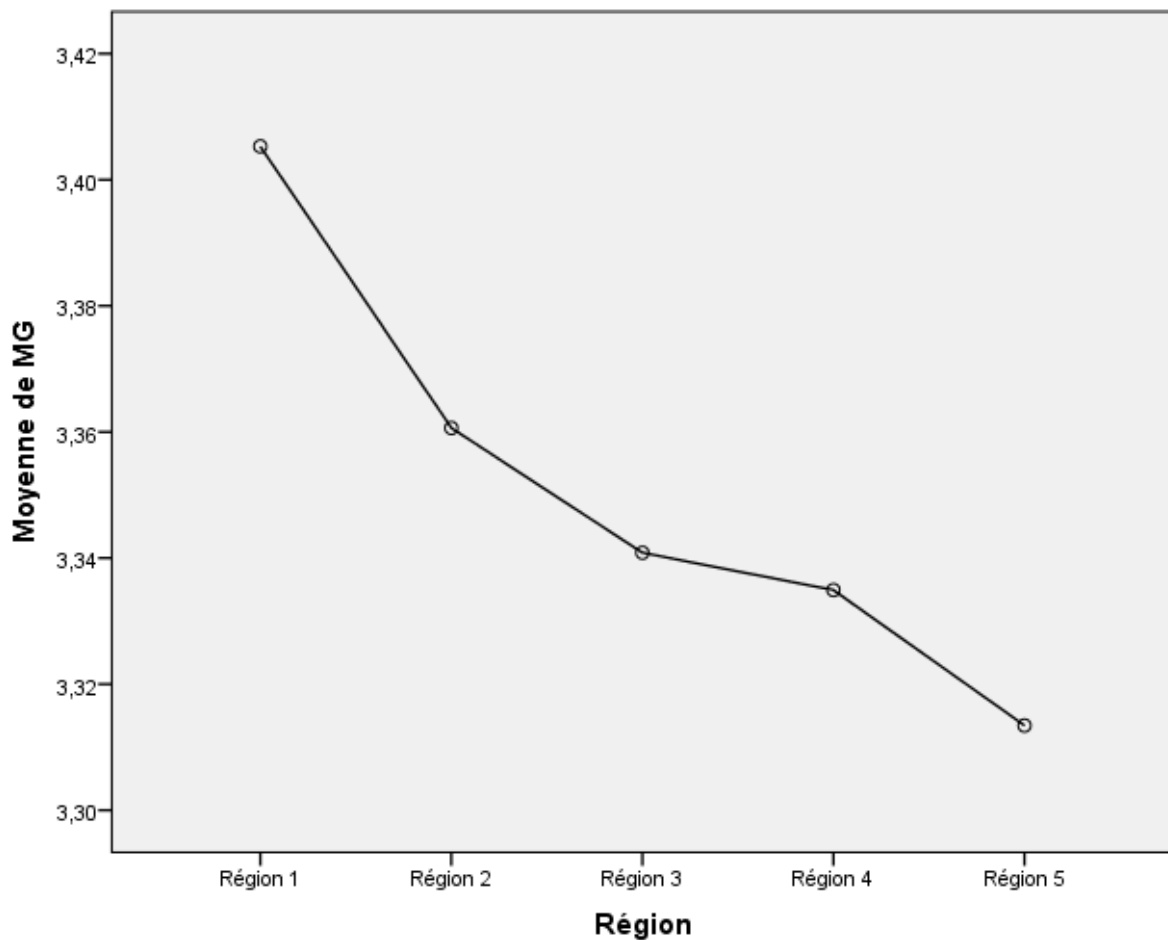
Par contre, on observe qu'il n'y'a pas de différence significative entre les valeurs moyennes des densités entre la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> région d'une part, et entre la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte d'autre part.

#### IV.2.2.4. Effet de la région sur la matière grasse du lait

Le test de comparaison deux à deux des teneurs en matière grasse des cinq régions de collecte et avec un seuil de 5%, montre que la différence de la teneur en matière grasse entre la 1<sup>ère</sup> région par rapport aux autres régions (la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup>, la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région), et entre la 5<sup>ème</sup> région par rapport au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> de collecte est significative.

Tandis qu'il n'y a pas de différence, d'une part entre la 2<sup>ème</sup> région en comparaison avec la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> région, et d'autre part entre la 4<sup>ème</sup> avec la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte.

Cette variabilité est engendrée dans la figure ci-dessous :

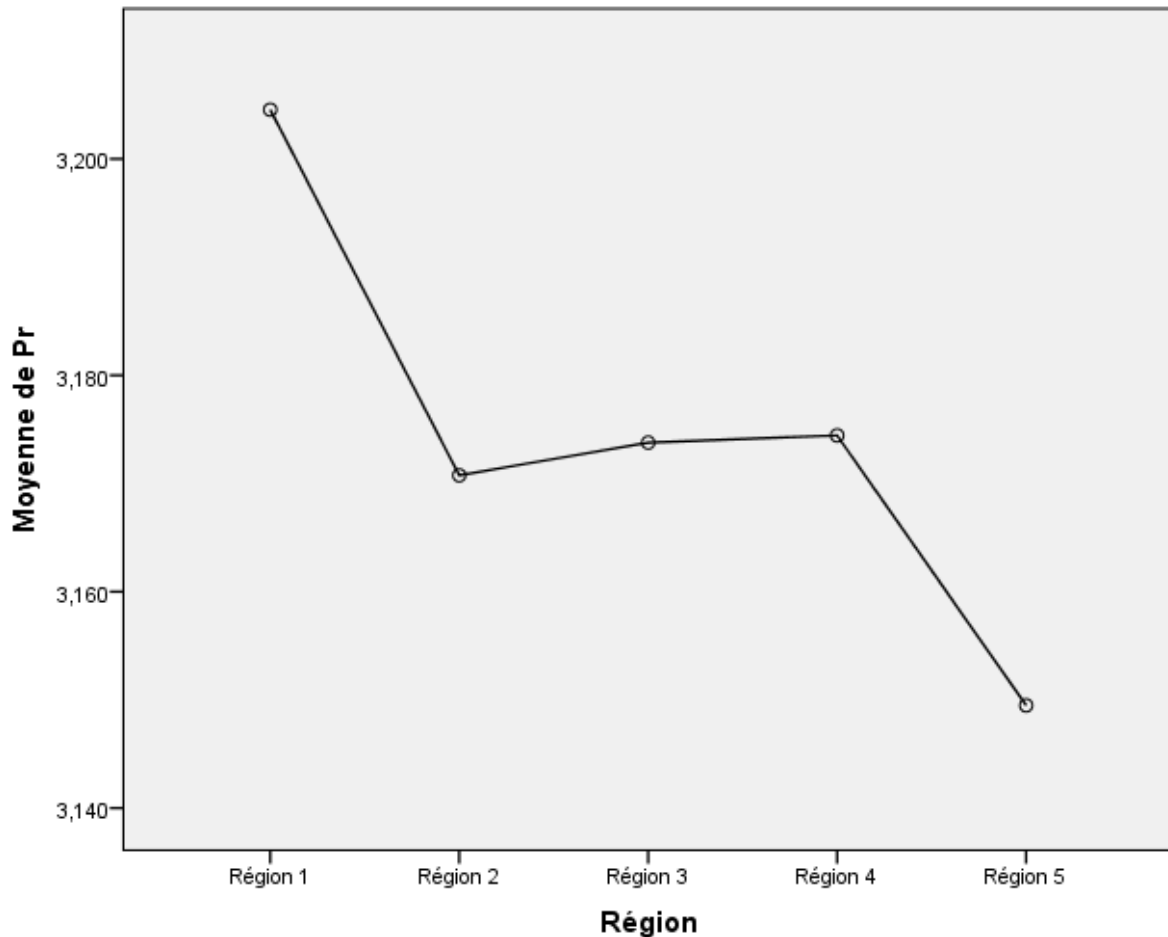


**Figure 20:** Variation de la teneur en matière grasse du lait selon la région de collecte.

D'après la figure 20, on observe que la teneur en matière grasse du lait atteint son maximum pour la 1<sup>ère</sup> région de collecte avec une valeur moyenne de 3,4%, tandis qu'il est de 3,36% pour la 2<sup>ème</sup> région, de 3,34% pour la 3<sup>ème</sup> région, de 3,33% pour la 4<sup>ème</sup> région et 3,31% pour la 5<sup>ème</sup> région de collecte.

#### IV.2.2.5. Effet de la région sur la matière protéique du lait

La recherche de différence au niveau de signification 5% entre les teneurs moyennes en matière protéique du lait selon la région, pris deux à deux, nous amène à conclure qu'il y'a une différence significative entre les régions de collecte comme elle montre la figure suivante :



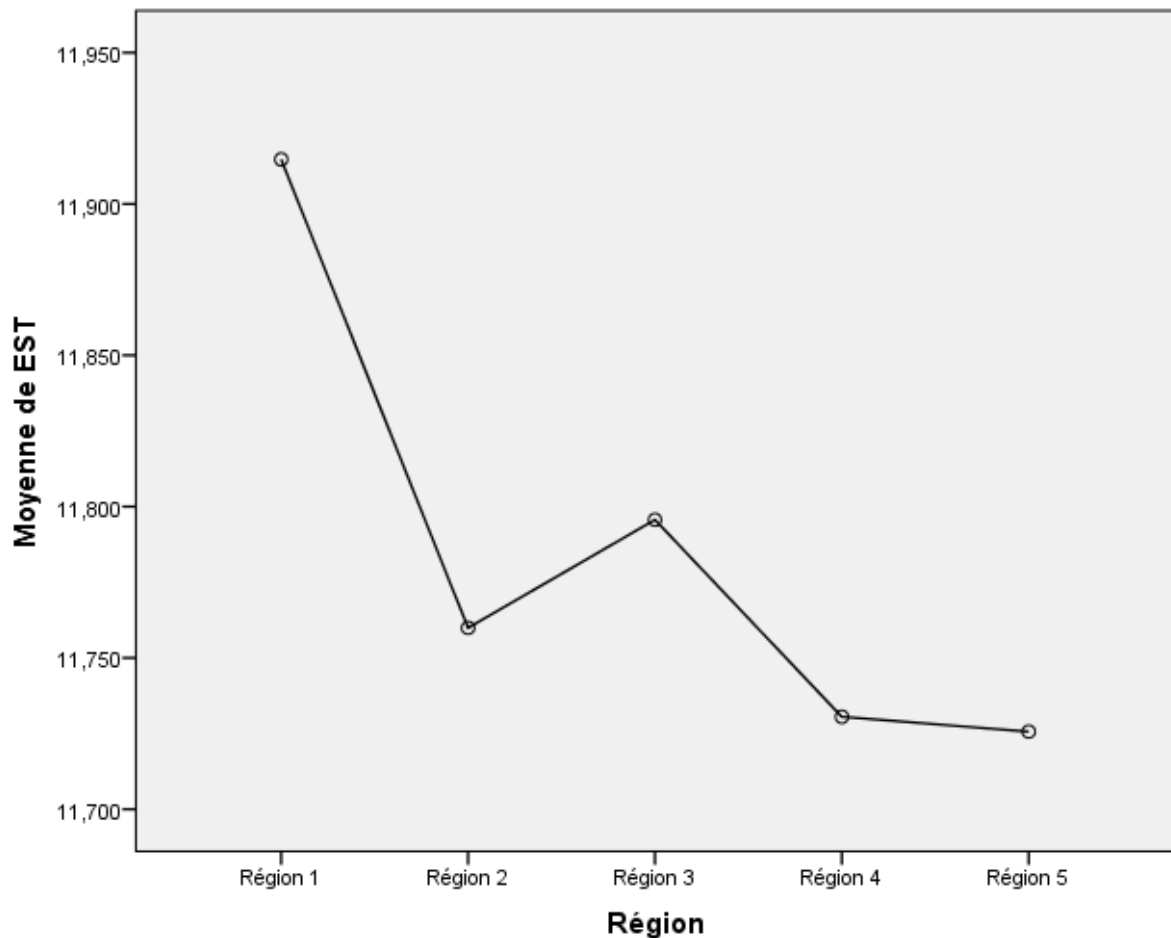
**Figure 21:** Variation de la teneur en matière protéique du lait selon la région de collecte.

La figure ci-dessus montre que la différence pour les teneurs en matière protéique du lait est significative entre la 1<sup>ère</sup> région et la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup>, la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte d'une part, et d'autre part entre la 5<sup>ème</sup> région en comparaison avec la 1<sup>ère</sup>, la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> région de collecte du lait.

En revanche, il n'ya pas de différence entre la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> région de collecte avec des valeurs moyennes similaires avec 3,17% de taux protéique pour chaque région, tandis que la 1<sup>ère</sup> et la 5<sup>ème</sup> région ont respectivement des taux protéiques de 3,2% et 3,15%.

#### IV.2.2.6. Effet de la région sur l'extrait sec total du lait

Les comparaisons multiples par paires de l'extrait sec total moyen du lait fait apparaître qu'il y'a des différences significatives entre les différentes régions de collecte du lait (Figure 22).



**Figure 22:** Variation de l'extrait sec total du lait selon la région de collecte.

A partir de cette figure, il semble que la différence est enregistrée principalement entre la 1<sup>ère</sup> région de collecte avec un extrait sec total moyen de 11,91% en comparaison avec la 2<sup>ème</sup>, la 3<sup>ème</sup>, la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région avec des teneurs moyennes de l'extrait sec total respectivement de 11,76%, 11,79%, 11,73% et 11,72%.

D'autre part, il y'a une différence entre la 3<sup>ème</sup> région par rapport à la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> région de collecte.

## Discussion générale

Cette étude a permis de mettre en évidence la grande variabilité des paramètres physico-chimiques de lait de vache (le pH, l'acidité, la densité, la matière grasse, la matière protéique et l'extrait sec total) en fonction des facteurs de variation bien identifiés (la saison et la région de collecte du lait) dans la région de M'sila.

Il ressort de cette étude que la saison et la région de collecte du lait ont un effet significatif sur les variations des paramètres physico-chimiques du lait :

- Ü Le pH ; la valeur moyenne obtenue de pH du lait analysé est de  $6,71 \pm 0,06$ , il varie entre 6,45 et 6,9, il atteint sa valeur maximale pendant l'automne avec une valeur moyenne de 6,74, tandis qu'il est en minimum pendant l'hiver et le printemps avec des valeurs moyennes autour 6,69. La valeur maximale de pH du lait analysé est marquée dans la région de Boussâada avec une moyenne de 6,73.
- Ü L'acidité ; le lait analysé a une acidité moyenne de  $16,3^{\circ}\text{D}$ , elle varie entre 14 et  $20^{\circ}\text{D}$ , la saison a un effet significatif sur ce paramètre, la valeur maximale d'acidité est enregistrée pendant le printemps avec une moyenne de 16,42, par contre sa valeur minimale est marquée par l'hiver avec une valeur moyenne de  $15,96^{\circ}\text{D}$ . La région de collecte dans laquelle l'acidité atteint sa valeur maximale c'est la région de Boussâada, avec une valeur moyenne de  $16,39^{\circ}\text{D}$ , par ailleurs, la valeur minimale est marquée dans la région de Hammam Dalâa avec une valeur moyenne de  $16,24^{\circ}\text{D}$ .
- Ü La densité ; la valeur moyenne obtenue pour la densité des laits analysés est de  $1030,76 \pm 1,25$  (elle varie entre 1026 et 1035), sa valeur maximale est obtenue pendant le printemps avec une valeur moyenne de 1031,51, sa valeur minimale est observée pendant l'automne avec une moyenne de 1030,01. D'autre part, dans la région de M'sila on observe une valeur maximale de densité avec une moyenne de 1031,2, par contre la valeur minimale est marquée dans la région de Boussâada avec une moyenne de 1030,6.
- Ü La matière grasse ; le taux de matière grasse obtenu après les analyses de nos échantillons se situe entre 2,8 et 4,01 % avec une valeur moyenne de  $3,35 \pm 0,19\%$ . Les meilleurs taux butyreux sont perçus pendant la saison hivernale avec un taux moyen de 3,43%, les plus faibles sont observés pendant la période estivale avec un taux moyen de 3,26%. Le lait collecté atteint le meilleur taux butyreux dans la région de M'sila avec un taux moyen de

3,4%, tandis que les faibles taux butyreux sont marqués dans la région de Boussâada avec un taux moyen de 3,31%.

Ü La matière protéique ; les analyses de lait collecté font apparaître que la matière protéique possède un taux moyen de  $3,17 \pm 0,14\%$ , il varie entre 2,12 et 3,83%. Les meilleurs taux protéiques sont observés pendant le printemps avec un taux moyen de 3,27%, les plus faibles taux sont marqués durant la période estivale avec un taux moyen de 3,07%. La région de collecte dans laquelle le taux protéique atteint sa valeur maximale c'est la région de M'sila, avec un taux moyen de 3,2%, la valeur minimale est marquée dans la région de Boussâada avec un taux moyen de 3,15%.

Ü L'extrait sec total ; Les résultats de l'analyse de nos échantillons, présentent des valeurs d'extrait sec total allant de 10,28 à 13,81%, avec une valeur moyenne de  $11,78 \pm 0,4\%$ . Les taux d'extrait sec total sont supérieurs pendant la période printanière avec une valeur moyenne de 11,96%, par contre, ils sont inférieurs pendant la période estivale avec un taux moyen de 11,54% d'extrait sec total. Le taux maximal de l'extrait sec total du lait analysé est marqué dans la région de M'sila avec un taux moyen de 11,91%, par contre sa valeur minimale est marquée dans la région de Boussâada avec une moyenne de 11,72%.

## **Conclusion**

L'analyse des paramètres physico-chimiques de lait de vache dans la région de M'sila, nous a permis d'aborder une approche générale sur ce secteur.

Tout d'abord, on constate que la saison influe d'une façon significative sur les variations des paramètres physico-chimiques. Le printemps a été le plus marqué avec des valeurs de matière protéique, d'extrait sec total et de densité les plus élevés, Ces variations peuvent être expliquées par la disponibilité alimentaire. La valeur maximale de matière grasse est enregistrée pendant l'hiver, tandis que le pH du lait le plus élevé est enregistré pendant l'automne. Par contre, les valeurs les plus basses de la matière grasse, la matière protéique, et l'extrait sec total sont marquées pendant l'été, ces variations peuvent être expliquées par l'effet de la photopériode, la durée de jour longue pouvant agir négativement sur la richesse du lait en matières utiles.

A l'échelle régionale, les paramètres physico-chimiques, des laits analysés, varient d'une région à l'autre ; les meilleurs paramètres étant obtenus dans la région 1 (M'sila) avec des valeurs maximales pour la densité, la matière grasse, la matière protéique, et l'extrait sec total. En revanche, ces paramètres ont des valeurs minimales dans la 5<sup>ème</sup> région (Boussâada). Ces variations peuvent être expliquées par le type de rationnement et cultures fourragères mise en place dans chaque région.

L'étude détaillée des effets de chaque facteur nécessite un approfondissement dans les suivis au niveau des élevages dans chaque région et pendant les différentes périodes de l'année.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

**ABOUTAYEB R ; 2011.** Technologie du lait et dérivés laitiers. Composition, physico-chimie et microbiologie du lait. [azaquar.com](http://azaquar.com).

**ADRIAN J ; 1987.** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, paris. 113-119p.

**ADRIAN J ; POTUS J et FRANGNE R ; 2004.** La science alimentaire de A à Z. Edt Lavoisier, Tec et Doc, 2<sup>ème</sup> édition. 477 p.

**AGABRIEL G ; COULON JB ; MARTY G et CHENEAU N ; 1990.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. INRA Prod. Anim ; 3(2), 137-150p.

**AGABRIEL C ; COULON JB et MARTY G ; 1991.** Facteurs de variations du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord. INRA Prod. Anim.

**ALAIS C ; 1984.** Sciences du lait. Principes de techniques laitières. Tom 1, Edt Publicité France, 3<sup>ème</sup> édition.

**ALAIS C et LINDEN G ; 2004.** Biochimie alimentaire. 5<sup>ème</sup> édition. Lavoisier Paris. 520p (162-164).

**AMIOT J ; FOURNER S ; LEBEUF Y ; PAQUIN P ; SIMPSON R et TURGEON H ; 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In **VIGNOLA C.L.**, Science et technologie du lait–Transformation du lait, École polytechnique de Montréal. 600p.

**ANGERS B ; 2009.** Réalisation Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire pour le GIE Elevage, Conception.

**ANNE P ; 1991.** Etude bactériologique en vue de fixation du prix du lait de brebis dans le bassin de Roquefort. Thèse de doc vét. Eco vet alfort, Paris.

**ANONYME ; 2004.** Ateliers du GIS ; Qualité des produits, Pratiques des producteurs et flore microbienne des laits. Alpes du Nord.

**BACHTARZI N ; 2012.** Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Mém Magister en Sciences Alimentaires. Univ MENTOURI Constantine.

**BADINAND F ; 1994.** Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét ; n°170.

**BELHADI N ; 2010.** Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mém Mag Agro prod anim. Univ des Sciences Agronomiques Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

**BILLON P ; 2009.** Traite des vaches laitières ; matériel, installation et entretien. Edt France agricole, 1<sup>ère</sup> édition. 554p.

**BOURGEOIS CM ; MESCLE JF et ZUCCA J ; 1996.** Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edt sciences et techniques agroalimentaires. 360p.

**BOUSBIA A ; GHOZLANE F ; BENIDIR M et BELKHEIR B ; 2012.** Evaluation de quelques caractères physico-chimiques des laits de mélange dans les troupeaux bovins laitiers dans le Nord Est algérien.

**BOUSSELMI K ; DJEMALI M ; BEDHIAF S et HAMROUNI A ; 2010.** Facteurs de variation des taux de matière grasse et protéique du lait de vache de race Holstein en Tunisie. Renc. Rech. Ruminants, 17. 399.

**BOUTTONNIER J ; 2008.** Matière grasse laitière Composition, organisation et propriétés. Dans Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire (F 6320), Paris.

**BOUZEBDA AFRI F ; BOUZEBDA Z et GUELLATI MA ; 2003.** Etude de la qualité laitière de la population bovine locale dans la région d'El-Tarf (Nord-Est algérien). Renc. Rech. Ruminants, 10.

**BRUHN JC et FRANKE AA ; 1976.** Monthly variations in gross composition of california herd milks. J. Dairy Sci ; 60, 696-700p.

**BRULE ; 1987.** Gles minéraux. In CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, paris. 87-98p.

**CAUTY I et PERREAU JM ; 2003.** La conduite du troupeau laitier. Edt France agricole. 288p.

**CAYOT P et LORIENT D ; 1998.** Structures et Techno fonctions des Protéines du Lait. Arilait. Recherche, Edt Tec et Doc Lavoisier, Paris.

**CHOUINARD Y et GERVAIS R ; 2013.** Qu'est-ce qui donne sa saveur et ses arômes au lait? ; Le producteur de lait québécois. [http://www.novalait.ca/documents/revueplqdecembre2013\\_saveursetaromesdulait.pdf](http://www.novalait.ca/documents/revueplqdecembre2013_saveursetaromesdulait.pdf)

**CODEX ALIMENTARIUS ; 1999.** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999.

**COULON JB ; CHILLIARD Y et RÉMOND B ; 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). INRA Prod. Anim ; 4(3), 219-228p.

**COULON JB et HODEN A ; 1991.** Maitrise de la composition du lait ; Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim ; 4(5), 361-367p.

**COURTET LF ; 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. École nationale vétérinaire d'Alfort. Thèse doctorat vétérinaire.

**DEBOUZ A ; GUERGUER L ; HAMID OUDJANA A ; HADJ SEYD AEK ; 2014.** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa ; Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol.7n°2 : 10-17p.

**DECAEN C et JOURNET M ; 1966.** Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. Ann. Zootech ; 15(3), 259-277p.

**DELTEIL L ; 2012.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. Educagri éditions.

**DETIFFE J ; 2010.** Colostrum et transfert d'immunité ; Manuel pratique à l'attention des éleveurs. Arsia.

**DOYLE M ; BEUCHAT L et MONTVILLE T ; 2001.** Food Microbiology fundamentals and Frontiers. 2nd Edt. Washington.

**DSA ; 2015.** Direction des services agricoles de m'sila ; Statistiques agricoles de la Wilaya de M'sila.

**EL MARNISSI B ; BELKHOUCHE R ; LALAMI A et BENNANI L ; 2013.** Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). Les technologies de laboratoire, Vol.8, n°33 : 100-111p.

**FAO ; 1985.** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. ISBN 92-5-202169-8. <http://www.fao.org/docrep/004/x6551f/X6551F00.htm>

**FAO ; 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28. ISBN 92-5-20534-6. <http://www.fao.org/docrep/t4280f/t4280f00.HTM>

**FAVIER JC ; 1985.** Composition du lait de vache-Laits de consommation, <http://www.horizon.documentation.fr>

**FILIPOVITCH D ; 1954.** Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. Le lait 34 (333-334).

**FREDOT E ; 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edt Lavoisier, Tec et Doc. 397 p.

**GAUCHERON F ; 2004.** Minéraux et produits laitiers. Edt Lavoisier, Tec et Doc. 922p.

**GHODBANE D ; 2005.** Etude des paramètres physico-chimiques et biochimiques du lait destiné à la laiterie des Aurès. Mém Ing Agro. Univ.El Hadj Lakhder Batna.

**GOURSAUD J ; 1985.** Composition et propriétés physico-chimiques du lait. Dans : laits et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre (LUQUET FM) Tome 1: les laits de la mamelle à la laiterie.

**GOY D ; HÄNI JP ; WECHSLER D et JAKOB E ; 2005.** Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edt Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère N°27f.

**HANZEN CH ; 2010.** Cours ; Lait et production laitière. Université de Liège, Faculté de Méd Vét, Service de Thériogenologie des animaux de production. <http://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html>

**HANZEN CH ; 2014.** Cours ; Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire. Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites. Université de Liège, Faculté de Méd Vét, Service de Thériogenologie des animaux de production. <http://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html>

**HEINEY P ; 2010.** Pourquoi les vaches ne peuvent-elles pas descendre les escaliers? Et 289 autres questions-réponses amusantes pour comprendre comment les lois de la science s'appliquent dans la vie de tous les jours. Edt poche, Paris. 280p.

**JEAN C et DIJON C ; 1993.** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

**JEANTET R ; CROGUENNEC T ; SCHUCK P et BRULE G ; 2007.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires. Edt Lavoisier, Tec et Doc. 17(456 p).

**JEANTET R ; CROGUENNEC T ; MAHAUT M ; SCHUCK P et BRULE G ; 2008.** Les produits laitiers. Edt Lavoisier, Tec et Doc, 2<sup>ème</sup> édition. 185 p.

**KIRAT ; 2007.** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.13p.

**LABIOUI H ; ELMOUALDI L ; BENZAKOUR A ; EL YACHIOUI M ; BERNY E et OUHSSINE M ; 2009.** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 148, 7-16p.

**LABUSSIÈRE J et BENNMEDERBEL B ; 1983.** Description des principaux paramètres caractérisant la production laitière, la morphologie mammaire et la cinétique d'émission du lait de brebis traite une ou deux fois par jour avec ou sans égouttages. Edt Sever Cuesta. Valladolid, 625-652p.

**LUQUET, FM ; 1985.** Lait et produits laitiers (vaches, brebis, chèvre). Tome1 : les laits de la mamelle à la laiterie. Tec et doc. Lavoisier. 261p.

**MADJI A ; 2009.** Séminaire sur les fromages AOP ET IGP.INAT. Tunisie.

**MAHIEU H ; 1985.** Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech et Doc, Lavoisier, Paris. 664p.

**MALLEREAU H et PORCHER CH ; 1992.** Vade-Mecum du vétérinaire. Edt Office des publications Universitaires, Alger.

**MATHIEU J ; 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p.

**MATHIEU J ; 1999.** Initiation à la physicochimie du lait. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p (3-190).

**MEKROUD H ; 2010.** Effet de la température sur la production laitière dans la région de Sétif. Mém. Mag en sciences agronomiques. Univ Ferhat Abbas- Sétif.

**MEYER C et DENIS JP ; 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier, CIRAD, Collection Techniques. Editions Quae, 314p.

**NOLLET C ; 2010.** Le logement des vaches laitières et la qualité du lait. Chambre d'Agriculture des Hautes-Pyrénées. <http://www.mp.chambagri.fr/Le-logement-des-vaches-laitieres.html>

**OUADGHIRI M ; 2009.** Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine. Thèse de doctorat. Univ mohammed v – agdal.

**OUALI S ; 2003.** Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage. Mag en Sciences Alimentaires. Univ Frères Mentouri Constantine.

**POUGHEON S ; 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, Univ Paul Sabatier de Toulouse, France.

**POUGHEON S et GOURSAUD J ; 2001.** Le lait caractéristiques physico-chimiques In **DEBRY G ; Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. 566 p.**

**REMOND B ; 1978.** La vache laitière: aspects génétique, alimentaire et pathologique. Edt INRA, Paris. 231-242.

**REMOND B et JOURNET M ; 1987.** Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait In : le lait, matière première de l'industrie laitière. INRA publication, Versailles. 171-185p.

**ROUDJ S ; BESSADAT A et KARAM N ; 2005.** Caractérisations physico-chimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. Renc. Rech. Ruminants, 12.400.

**SBOUI A ; KHORCHANI T ; DJEGHAM M et BELHADJ O ; 2009.** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. Afrique science 05(2). ISSN 1813-548X. 293-304p.

**SIBOUKEUR O ; 2008.** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de doctorat d'état. Inst nat, agro, Alger.

**SILAIT (Salon international du lait) ; 2008.** Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés, Alger. <http://www.agroligne.com/contenu/silait-2008-1er-salon-international-lait>

**SNOWDON M ; 1992.** Composition et valeur nutritive du lait. Fiche technique du Ministère de l'Agriculture, l'Aquaculture et des Pêches.

**SOLTNER D ; 2001.** La reproduction des animaux d'élevage. Zootechnie générale. Collection sciences et techniques agricoles. Paris. Tome1, 3<sup>ème</sup> édition. 215p.

**SPIKE PW et FREEMAN AE ; 1967.** Environmental influences on monthly variation in milk constituents. J.Dairy Sci ; 50, 1897-1904.

**SRAÏRI MT ; HASNI ALAOUI I ; HAMAMA A ; FAYE B ; 2004.** Qualité physico-chimique et contamination par les antibiotiques du lait de mélange en étables intensives au Maroc. Renc. Rech. Ruminants, 11. 115.

**THAPON J ; 2005.** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France. 14(77p).

**THIEULIN G et VUILLAUME R ; 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris.

**TOUREAU V ; BAGIEU V et Le BASTARD AM ; (2004).** Une priorité pour la recherche : la qualité de nos aliments. Les recherches sur la qualité du fromage. INRA mission communication.

**VEISSEYRE R ; 1979.** Technologie du lait ; Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. La maison Rustique; Paris, 3<sup>ème</sup> édition. 697p.

**VIERLING E ; 2008.** Aliments et boissons ; filières et produits. CRDP d'Aquitaine, France, 3<sup>ème</sup> édition. 277p.

**WOLTER R ; 1997.** Alimentation de la vache laitière, Edt France agricole, INRA Paris, 3<sup>ème</sup> édition. 263p.

**WYSS U ; MAUER1 J ; FREY H ; REINHARD TH ; BERNET A et HOFSTETTER P; 2011.** Qualité du lait et saisonnalité des livraisons de lait ; Comparaison de systèmes de production laitière à Hohenrain. Rech Agr Suisse ; 2(9), 412-417.

## Résumé

L'étude des caractéristiques physico-chimiques a été entreprise sur le lait cru de vache, collecté par le réseau de collecte de la laiterie Hodna, dans la région de M'sila.

A cet effet, 1945 échantillons ont été analysés. Le pH, l'acidité, la densité, la matière grasse, la matière protéique et l'extrait sec total varient indirectement en fonction de la saison et de la région.

Nos résultats sont généralement, compris dans des intervalles proches des normes internationales. Ils montrent que les valeurs maximales de la matière protéique, l'extrait sec total et la densité sont enregistrées pendant le printemps (avec des valeurs moyennes respectivement de 3,27%, 11,96% et 1031,51), la valeur maximale de matière grasse est enregistrée pendant l'hiver (3,43%).

Les meilleurs paramètres étant obtenus dans la région de M'sila, avec des valeurs maximales suivantes : pour la matière grasse 3,4%, la matière protéique 3,2 %, l'extrait sec total 11,91% et la densité 1031,2. En revanche, ces paramètres ont des valeurs minimales dans la région de Boussaâda.

**Mots clés :** Paramètres physico-chimiques, lait cru, saison, région, M'sila.

## ملخص

من اجل دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والعوامل المؤثرة فيها لحليب البقر الطازج، المجمع في منطقة المسيلة بواسطة ملبنة الحضنة، تم اجراء التحاليل المخبرية الخاصة بدرجة الحموضة، pH، الكثافة، الدسم، البروتين والمواد الجافة ل1945 عينة وذلك على مستوى مخبر الملبنة.

جاءت النتائج بالنسبة للخصائص مقارنة للمعايير الدولية حيث تظهر أن القيم القصوى لمادة البروتين، المواد الصلبة الكلية والكثافة قد سجلت في فصل الربيع (مع القيم المتوسطة على التوالي 3.27٪، 11.96٪ و 1031.51)، الحد الأقصى لقيمة الدهون تم تسجيله خلال فصل الشتاء (3.43٪). تم الحصول على أفضل النتائج في منطقة المسيلة، مع القيم التالية 3.4٪ من الدهون، 3.2٪ من البروتين، 11.91٪ من المواد الصلبة الكلية و 1031.2 للكثافة. ومع ذلك، القيم الدنيا لهذه الثوابت قد تم تسجيلها في منطقة بوسعادة.

**كلمات البحث:** المعلمات الفيزيائية والكيميائية، الحليب الخام، الموسم، المنطقة، ولاية المسيلة.

## Summary

The study of physicochemical characteristics was undertaken on raw cow's milk collected by the dairy's collection network Hodna in the M'sila region. To this end, 1945 samples were analyzed. The pH, acidity, density, fat, protein material and the total dry extract indirectly vary depending on the season and region.

Our results are generally included in close intervals of international standards. They show that the maximum values of the protein material, the total solids and density extract is stored in the spring (with mean values of 3.27%, 11.96% and 1031.51 respectively), the maximum value of fat is stored during winter (3.43%). The best parameters are obtained in the M'sila area, with the following maximum values for 3.4% fat, 3.2% protein material, 11.91% the total solids and 1031.2 density. However, these parameters have minimum values in the Boussaâda region.

**Keywords:** Physico-chemical parameters, raw milk, season, region, M'sila.