

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Agroalimentaire



Projet de Fin d'Etudes
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

La qualité physico-chimique du lait de vache dans la région d'Ain Témouchent: évaluation et étude quelques facteurs d'influence

Présenté Par :

- 1) Mlle CHAHED Yamina
- 2) Mlle MELLAH Fatiha

Devant le jury composé de :

Dr. ZIANE Mohammed	M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)	Président
Dr. KHALFA Ali	M C B UAT.B.B (Ain Témouchent)	Examinateur
Dr. BOUAMRA Mohammed	M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience ainsi que le courage afin de parvenir à achever ce travail.

Mr BOUAMRA Mohammed, M C A à l'UAT.B.B (Ain Témouchent) qui a accepté d'être notre directeur de mémoire, de nous avoir dirigées avec fermeté et gentillesse tout le long du travail; avec ses suggestions pertinentes et ses encouragements, qui nous ont été d'une grande utilité, dieu le garde.

Mr ZIANE Mohammed, M C A à l'UAT.B.B (Ain Témouchent) de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

Mr KHALFA Ali, M C B à l'UAT.B.B (Ain Témouchent) pour l'honneur qui nous a fait en acceptant d'être membre de jury. Sincères remerciements.

On adresse également nos sincères reconnaissances à tous les enseignants du département des Sciences de la Nature et de la Vie et du département agroalimentaire qui ont participé à notre formation durant ce cursus.

En guise de reconnaissances, nous remercions toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

En fin, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous ceux qui nous ont soutenues physiquement ou moralement, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la santé

Je dédie ce modeste travail avant tout à mes chères parents,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs. Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point vous remercier comme il se doit votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles, Vous avez toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes chères et adorables sœurs Ikhllass Fatiha et Soraya,

A mes chers frères El-Hadj Ahmed et Youcef Zakaria,

Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.

A mon binôme,

Ma sœur de cœur, ma confidente avec qui j'ai partagé les bons et mauvais moments, je te souhaite une vie pleine de joie et de succès.

A mes chères tantes, mes chers oncles et à toute ma famille,

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et de mon affection la plus sincère.

A tous mes cousins, cousines et mes amis sans exception,

Je vous remercie pour votre aide et votre soutien durant la réalisation de ce travail. Je vous souhaite tous un avenir glorieux.

A toutes personnes qui m'aiment et que j'aime, Je vous remercie du fond du cœur!

CHAHED Yamina.

Dédicace

Grace à ALLAH, je suis arrivé à la fin de mes études.

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, qui n'ont jamais cessé de formuler les prières à mon égard, qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Sans eux je n'aurais certainement pas fait de longues études. Ce projet de fin d'étude représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigué tout au long de ma scolarité. Qu'ils en soient remerciés par cette modeste dédicace.

A ma chère sœur *Mansouria* et son mari *Amine* pour ses soutiens moraux et leurs précieux conseils tout au long de mes études.

A mes chers frères *Salah Eddine*, *Mohamed* et *Ibrahim* qui me procurent de la joie et de la gaieté.

A l'âme de ma grand-mère qui vient de nous quitter, pour son immense amour, son affection intarissable, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

Sans oublier ma chère binôme *Yamina* avec qui j'ai passé toute mon enfance, avec qui j'ai gardé de bons souvenirs et avec elle j'ai aussi achevé mon parcours universitaire. Je te souhaite une vie pleine de joie et de réussite.

A mes chères tantes et mes oncles en signe de leur amour et gratitude.

A tous mes cousins et mes amis que j'ai connus jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

MELLAH FATIHA

TABLES DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

INTRODUCTION 1

PARTIE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur le lait.....	3
1.1 Définition et importance du lait.....	3
1.2 Composition chimique du lait de vache.....	3
1.2.1 Eau.....	4
1.2.2 Matière grasse	5
1.2.2.1 Les globules gras	5
1.2.2.2 Les lipides.....	6
1.2.3 Les protéines du lait	8
1.2.4 Glucides.....	10
1.2.5 Minéraux	10
1.2.6 Vitamines	11
1.2.7 Enzymes	12
1.3 Propriétés physico-chimiques du lait cru de vache	13
1.3.1 PH du lait.....	14
1.3.2 Point de congélation	14
1.3.3 Densité.....	15
1.3.4 Point d'ébullition.....	15
1.3.5 Acidité du lait	15
1.3.6 Masse volumique.....	16
1.4 Qualité nutritionnelle du lait de vache.....	16
1.5 Les propriétés organoleptiques	16
1.5.1 La couleur.....	16
1.5.2 L'odeur	17
1.5.3 La saveur	17
2. Facteurs de variations de la qualité du lait.	17

2.1	Les facteurs intrinsèques.....	17
2.1.1	Facteur génétique	17
2.1.2	Facteur physiologique	18
2.1.2.1	Stade de lactation :.....	18
2.1.2.2	Effet de l'âge et nombre de vêlage	19
2.1.2.3	État de santé des animaux.....	20
2.2	Facteurs extrinsèques.....	20
2.2.1	Saison	20
2.2.2	Effet des conditions climatiques.....	21
2.2.3	Influence de l'alimentation sur la qualité du lait	22
2.2.3.1	Effet du niveau d'alimentation	22
2.2.3.1.1	Effet du niveau d'apport énergétique.....	22
2.2.3.1.2	Effet au niveau d'apports azotés	23
2.2.3.1.3	Effet de la nature de la ration de base	23

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

1.	Objectifs et méthodologie	25
1.1	Objectifs de l'étude.....	25
1.2	Présentation de la région d'étude.....	25
1.3	Le choix et la description de l'échantillon.....	26
1.3.1	Échantillonnage et la collecte des informations	27
1.3.2	Analyse physicochimique de lait.....	27
2.	Méthode d'analyses statistiques.....	27
2.1	Organisation et mise en forme des données	27
2.2	Analyse statistique	28
3.	Résultats et discussion.....	29
3.1	Résultats d'analyses physico-chimiques du lait	29
3.1.1	Taux butyreux et taux protéique.....	29
3.1.2	Densité.....	30
3.1.3	Acidité	31
3.1.4	Extrait sec dégraissé	31
3.1.5	Lactose	31
3.1.6	Point de congélation	32
3.2	Effet du stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait	32

3.2.1	Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait.....	33
3.2.2	Influence du stade de lactation sur la teneur du lait en lactose	34
3.2.3	Influence du stade de lactation sur la densité du lait.....	35
3.2.4	Influence du stade de lactation sur l'acidité du lait.....	36
3.2.5	Influence du stade de lactation sur l'extrait sec dégraissé du lait	36
3.2.6	Influence du stade de lactation sur le point de congélation du lait.....	37
3.3	Effet de la race sur la composition physico-chimique du lait.....	37
3.3.1	Influence de la race sur l'évolution du TP et TB du lait	38
3.3.2	Influence de la race sur L'extrait sec dégraissé du lait.....	40
3.3.3	Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait	40
3.3.4	Influence de la race sur le point de congélation du lait	41
3.3.5	Influence de la race sur la teneur du lait en lactose.....	41
3.4	Effet de la parité sur la composition physico-chimique du lait	42
3.4.1	Influence de la parité sur l'évolution du TP et TB du lait.....	43
3.4.2	Influence de la parité sur l'acidité et la densité du lai.....	44
3.4.3	Influence de la parité sur la teneur du lait en lactose	44
3.5	Effet de l'élevage sur la composition physico-chimique du lait.....	45
3.5.1	Effet de l'élevage sur l'évolution du TP et TB du lait	46
3.5.2	Influence de l'élevage sur l'acidité et la densité du lait.....	47
	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	48
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006)	4
Tableau 2: Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100g de matière grasse), source FAO.....	6
Tableau 3: Concentration moyenne des 15 acides gras majoritaires du lait de vache. D'après Jensen (2002) et Chilliard (2006).....	7
Tableau 4: Composition moyenne et distribution des protéines du lait).....	9
Tableau 5: composition minérale du lait de vache (Jeantet et <i>al.</i> , 2007).....	11
Tableau 6: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et <i>al.</i> , 2002).....	12
Tableau 7: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vingola,2002).....	13
Tableau 8: Propriétés physico-chimique du lait (Martin, 2000).....	14
Tableau 9: Moyennes générales des paramètres étudiés.....	29
Tableau 10: Évolution des différents paramètres du lait en fonction du stade de lactation....	33
Tableau 11: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de la race	38
Tableau 12: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de la parité.....	43
Tableau 13: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de l'élevage.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Structure de la membrane du globule gras. D'après Lopez (2011).	6
Figure 2: Modèle de micelle de caséine avec sous-unité (Amiot et <i>al.</i> , 2002).....	8
Figure 3: Situation géographique de la wilaya d'Ain Témouchent.....	26
Figure 4 : Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait	34
Figure 5: Influence du stade de lactation sur la teneur du lait en lactose.....	35
Figure 6: Influence du stade de lactation sur la densité du lait	35
Figure 7: Influence du stade de lactation sur l'extrait sec dégraissé du lait.....	37
Figure 8: Influence de la race sur l'évolution du TP et TB du lait.....	39
Figure 9: Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait.....	41
Figure 10: Influence de la race sur la teneur du lait en lactose	42
Figure 11: Influence de la parité sur l'évolution du TP et TB du lait	44
Figure 12: Influence de la parité sur la teneur du lait en lactose.....	45
Figure 13 : Effet de l'élevage sur l'évolution du TP et TB du lait.....	47

LISTE DES ABRÉVIATIONS

H: heure.

g : gramme

PH : potentiel hydrogène

%: pourcentage

°C: degrés Celsius

aw: activité water

F.A.O: The Food and agriculture organization

TB: taux butyreux

L: litre

G.G: globules gras

µm : micromètre

AG: acide gras

TG: triglycérides

TP: Taux protéique

nm: nanomètre

α: alpha

β: beta

K: Kapa

ZN: Zinc

Fe: Fer

Mn: manganèse

Se : sélénium

H₃O⁺: Ion hydronium

°D: degrés dornic

T: température

KG: kilogramme

ρ : Masse volumique

TMG : La teneur en matière grasse

MG : Matière grasses

MS : matière sèches

MAT : Matière azote totale

J : jour (s)

AFNOR : association française de normalisation

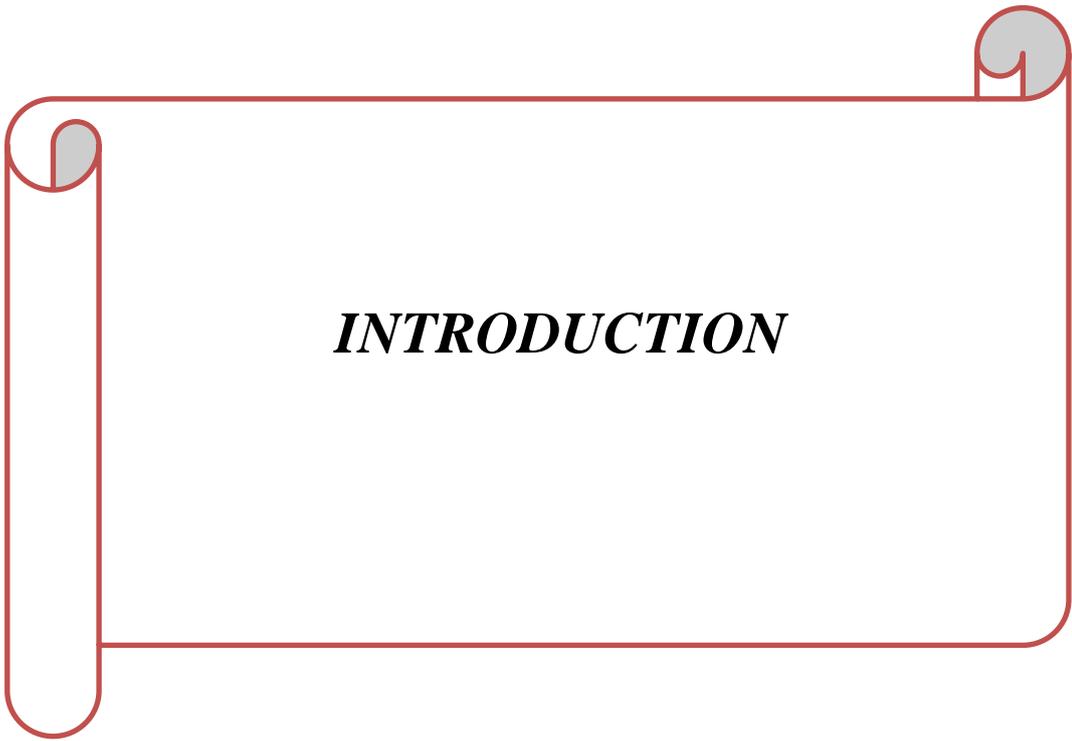
ISO : Organisation internationale de normalisation

ESD : extrait sec dégraissé

PDIN : protéines digestible dans l'intestin permises pour l'AZOTE

MSD : matière sèche dégraissée

GLM : Modèle Linéaire Général



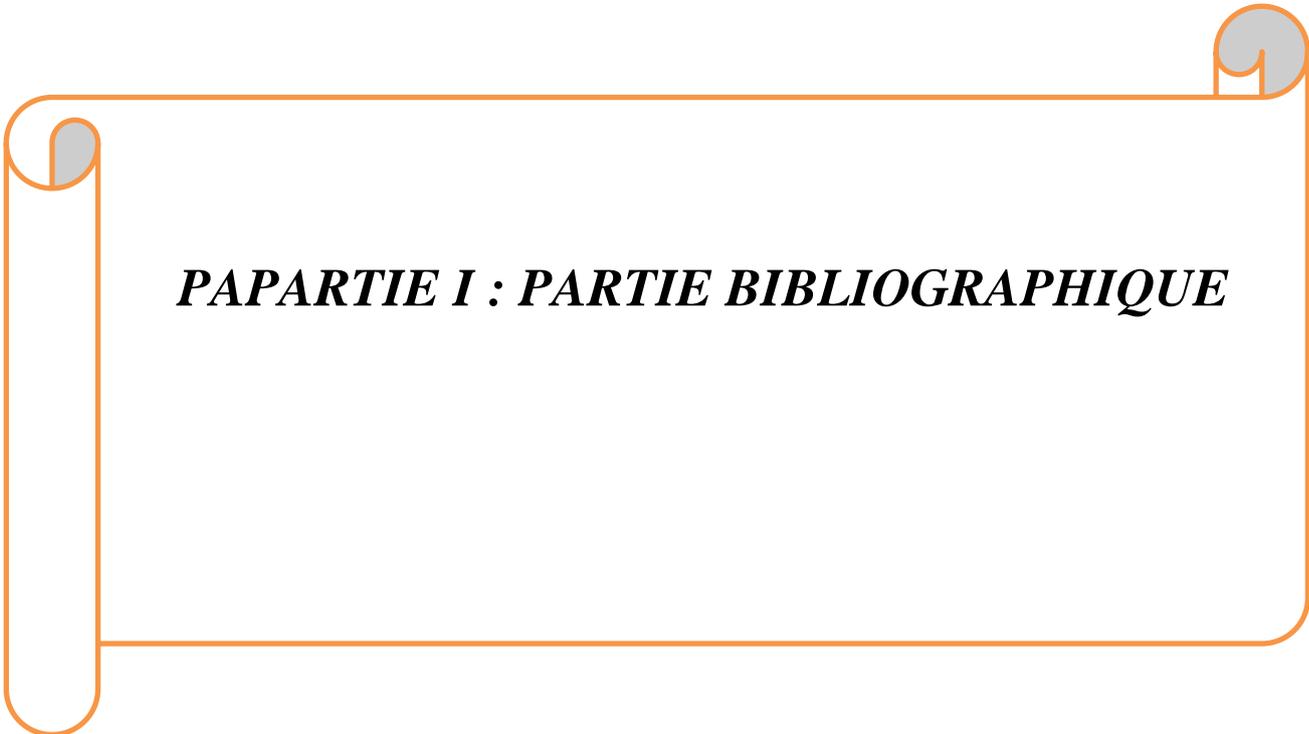
INTRODUCTION

INTRODUCTION

En Algérie, les différentes politiques agricoles adoptées depuis l'indépendance ont eu pour objectifs primordiaux l'amélioration de la sécurité alimentaire, le secteur laitier revêt un caractère stratégique eu égard à son impact sur le développement de l'économie agricole et nationale. Il est classé parmi les secteurs prioritaires du fait qu'il génère un produit stratégique qui est le lait (l'un des piliers de notre sécurité alimentaire). Afin de combler le manque en protéines d'origine animale et à cause du prix réduit, subventionné par l'état. Le lait occupe une place stratégique dans la ration alimentaire du citoyen. Il contribue pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement les viandes (22,4 %) et les œufs (12,1 %) (**Makhlouf et al., 2015**). Le consommateur algérien a une tradition alimentaire marquée par une forte consommation de lait. En conséquence, le rapport annuel de consommation du lait est estimé à 115 L par habitant (**Bousbia et al., 2017**). Ainsi, les besoins de consommation de l'Algérie en lait et produits laitiers sont estimés à plus de 4,5-5 milliards de litres/an. Ainsi, le potentiel du lait collecté soit généralement faible, production estimée à plus de 3,5 milliards de litres de lait cru /an pour un cheptel plus de 900 000 vaches laitières ; cette productivité reste insuffisante. Par conséquent, 40% des besoins du pays proviennent de l'étranger sous forme de poudre de lait (**MADR, 2018**). À cet égard, pour répondre aux demandes croissantes et continues des produits laitiers par la population algérienne, l'État a lancé un programme important et ambitieux de modernisation de cette filière. Il s'agit entre autre de réduire la facture alimentaire, de consolider la sécurité alimentaire et d'offrir un produit de meilleure qualité. L'Algérie a encouragé l'investissement dans l'élevage bovin laitier notamment depuis les années 1970, surtout en matière d'importation des génisses de race à haut potentiel génétique (la Prim'Holstein (PH) et de la Montbéliarde (MB)) et d'encouragement à la collecte, la durabilité de l'élevage bovin laitier est de plus en plus mise en cause.

Divers facteurs expliquent cette situation de déficit, entre autres : des facteurs purement génétiques liés à l'animal et d'autres du milieu. Les pays qui ne maîtrisent pas les méthodes d'évaluation génétique font souvent appel à l'importation d'animaux améliorés ou de la semence animale. En Algérie, les importations des génisses de races laitières et des semences animales ont modifié fortement la composition génétique du cheptel bovin et ont contribué, par conséquent, à l'augmentation de la production laitière. Cependant, ces génisses ont été préparées à leurs carrières de futures laitières dans d'autres conditions d'élevage (particulièrement alimentaires et climatiques). Une fois déchargées en Algérie, ces génisses

gestantes ont été confrontées à des conditions d'élevage et alimentaires variables. Leurs adaptations aux nouvelles conditions d'élevage, souvent contraignantes, particulièrement sur le plan alimentaire et les conditions environnementales, se sont répercutées sur leurs performances laitières. Par conséquent, les éleveurs et les industriels se trouvent souvent confrontés à des défaillances au niveau de la qualité physico-chimique, parmi lesquelles la chute de deux taux constituants essentiels du lait cru. De plus, les caractéristiques climatiques varient d'une région à une autre ce qui génère, sans doute, une diversité au niveau de la composition physicochimique du lait. Or, face à la demande continue du lait, une qualité constante doit être exigée (**Bousselmi et al., 2010**). Cette qualité peut être jugée, entre autres, à travers les paramètres constituants du lait. C'est dans cette optique que nous avons cherché à faire l'état des lieux des caractéristiques physicochimique du lait de vaches de race Prim'Holstein (PH) et Montbéliarde (MB) en régions de l'Ouest algérien et l'étude de quelques facteurs d'influence afin de servir de résultats pour l'amélioration de la gestion des élevages laitiers.



PAPARTIE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1 Généralités sur le lait

1.1 Définition et importance du lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001, Noblet, 2012, Berthelot, 2018**). Il a également été défini par **Aboutayeb (2009)**, comme étant un liquide blanc opaque, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de la matière grasse, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment indispensable et équilibré sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable. C'est le produit de sécrétion de la glande mammaire, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction dont la dénomination lait, sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache.

Jeantet et al., (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006**).

1.2 Composition chimique du lait de vache

Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend une solution vraie contenant les sucres, les protéines solubles, les minéraux et les vitamines hydrosolubles une solution colloïdale contenant les protéines, en particulier les caséines. Une émulsion de matières grasses dans l'eau (Tableau 1) (**Leymarios, 2010**).

Tableau 1: Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006)

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89,5
Dérivés azotés	3,44
Protéines	3,27
Caséine	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote non protéique	0,17
Matières grasses	3,50
Lipides neutres	3,40
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,80
Lactose	4,70
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12,8g

1.2.1 Eau

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait des bovins, il est le constituant majeur du lait. C'est le constituant principal du lait qui contribue à hydrater l'organisme et présente à peu près 90% de lait. La quantité d'eau dans le lait est constante et est déterminée principalement par la quantité de lactose qui s'y trouve. L'eau qui se trouve dans le lait provient, via l'apport sanguin, de l'eau de boisson ingérée, de l'eau des aliments, et de l'eau produite par les réactions chimiques du corps (**Homan et Wattiaux, 1996**)

L'eau du lait se trouve sous deux formes : l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée (4 %) à la matière sèche. Elle est de deux formes : l'eau extra micellaire 90% de l'eau totale ; renferme la totalité des constituants solubles, et l'eau intra micellaire 10% de l'eau totale ; une partie de cette eau est liée avec les caséines et l'autre partie joue le rôle de solvant (**Mahaut et al., 2003**). L'eau libre par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au développement des

microorganismes. L'eau liée est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux ; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques (**Mahaut et al., 2003; FAO, 2010**).

1.2.2 Matière grasse

La matière grasse est le constituant le plus variable du lait en termes de composition et de structure. La teneur en matières grasses du lait est appelée taux butyreux (TB). Chez la vache est compris entre 33 et 47 g/L.

1.2.2.1 Les globules gras

Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras (GG). Le lait de vache contient en moyenne 15×10^9 GG et leur diamètre varie de 0,1 à 10 μm (**Jeantet et al., 2007 ; Roca-Fernandez, 2014**). Le diamètre du globule est variable selon certains facteurs ; il diminue au cours de la lactation, mais son nombre augmente (**Ennuyer et Laumonnier, 2013**). La taille des GG est très importante car elle affecte les fonctionnalités technologiques et sensorielles des produits laitiers (**Couvreur et Hurtaud, 2007**). Les matières grasses du lait sont composées essentiellement de 80 à 98% de triglycérides. Elles contiennent secondairement environ 0,6 à 1,1% de phospholipides, et de plus petite quantité de diglycérides (0,36%), monoglycérides (0,027%), phospholipides, cholestérol (0,31 à 0,46%) et ester de cholestérol, des traces de vitamines liposolubles (A, D, E, K), des acides gras libres (figure 1) (**Brulé et al., 2008; Ennuyer et Laumonnier, 2013**).

La membrane des GG, qui représente 2 à 6 % de sa masse totale, est composée de trois couches lipidiques : un premier venant du réticulum endoplasmique et une bicouche lipidique venant de la membrane plasmique des cellules épithéliales mammaires. La membrane du GG est composée pour 90 % de son poids sec de protéines et de lipides polaires sous forme de phospholipides (**Lopez, 2011**). Les principaux phospholipides sont la phosphatidyléthanolamine, la phosphatidylcholine et la sphingomyéline (**Fauquant et al., 2007**). La butyrophiline (40 %) et la xanthine oxydase (12 %) sont les deux protéines majoritaires de la membrane du GG (**Lopez, 2011**). Chez le bovin, des études protéomiques de la membrane des GG ont identifié 138 protéines différentes intervenant notamment dans les processus de transport, l'endocytose, le métabolisme des lipides, les signaux cellulaires ou le système immunitaire (**Reinhardt et Lippolis, 2008**).

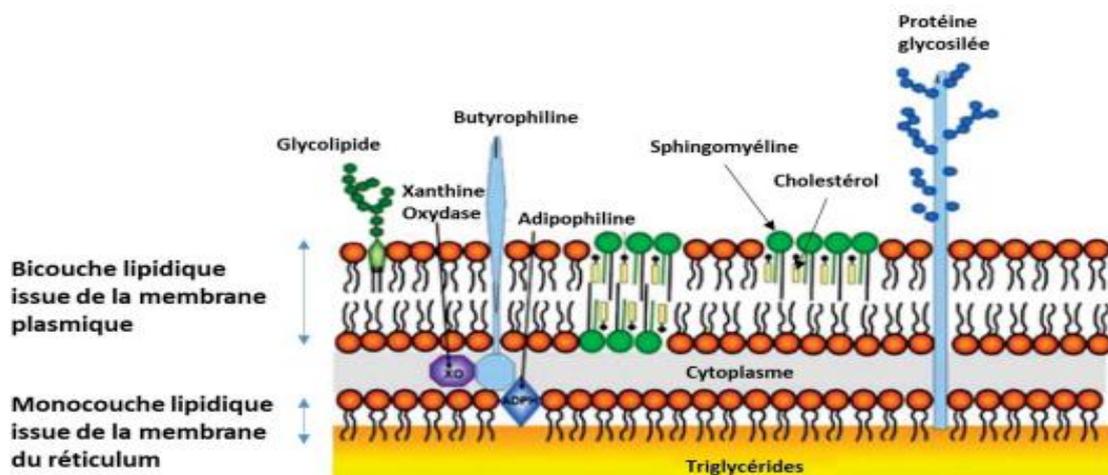


Figure 1: Structure de la membrane du globule gras. D'après Lopez (2011).

1.2.2.2 Les lipides

Les lipides (fraction saponifiable) constituent donc l'essentiel de la matière grasse (>98%). Le tableau 2 ci-dessous détaille à la fois la teneur (par 100 g de matière grasse) et la (ou les) localisation(s) principale(s) des lipides du lait.

Tableau 2: Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100g de matière grasse), source FAO

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

Les lipides du lait sont presque entièrement sous forme de TG (98 %), composés d'une molécule de glycérol estérifiée par trois AG. Le lait de vache contient 15 AG majoritaires (Tableau3) mais plus de 400 AG différents ont été identifiés. Les AG présents sont

majoritairement des AG saturés (environ 68 % des AG totaux) dont les plus représentés sont l'acide palmitique et l'acide stéarique. Les AG insaturés correspondent surtout à des AG mono-insaturés (environ 29 % des AG), principalement l'acide oléique. Les AG polyinsaturés ne représentent que 3 % environ des AG du lait de vache (Jensen, 2002).

**Tableau 3: Concentration moyenne des 15 acides gras majoritaires du lait de vache.
D'après Jensen (2002) et Chilliard (2006)**

Acide gras	Nomenclature	Concentration (g/100 g des AG totaux)
Butyrique	C4 :0	2-5
Caproïque	C6 :0	1-5
Caprylique	C8 :0	1-3
Caprique	C10 :0	2-4
Laurique	C12 :0	2-5
Myristique	C14 :0	8-14
Pentadécanoïque	C15 :0	1-2
Palmitique	C16 :0	22-35
Palmitoléique	C16 :1 cis-9	1-3
Margarique	C17 :0	0,5-1,5
Stéarique	C18 :0	9-14
Oléique	C18 :1 cis-9	20-30
Vaccénique	C18 :1 trans-11	1-3
Linoléique	C18 :2 cis-9, cis-12	1-3
Linoléinique	C18 :3 cis-9, cis-12, cis-15	0,2-1,5
AG saturés		68,5
AG monoinsaturés		29
AG polyinsaturés		2,9

1.2.3 Les protéines du lait

Le TP est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le TP conditionne la valeur marchande du lait, plus le TP 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 (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon. La teneur totale avoisine 34 à 35 g/L.

Le taux protéique correspond au taux de matières azotées totales du lait. Les protéines du lait représentent 95 % des matières azotées. Les 5 % restants sont constitués d'AA libres, de petits peptides, d'azote non protéique (urée essentiellement), de créatinine et d'acide urique. Les protéines sont classées en deux groupes selon leurs solubilités à pH 4,6 et à 20°C : les protéines coagulables, ou caséines, et les protéines solubles, ou protéines du lactosérum. Chez les ruminants, les caséines du lait représentent 80 % des protéines totales (**Farrell et al., 2004**). Ces protéines sont peu conservées entre espèces et de nombreux variantes génétiques existent (**Martin et al., 2002**). Les caséines sont des phosphoprotéines organisées dans le lait sous forme de micelles (**Léonil et al., 2013**). Il y a environ $1,14 \times 10^7$ micelles de caséines par litre de lait, dont la taille moyenne est de 150 à 200 nm. Chez les bovins, les types de caséines sont au nombre de quatre : α S1, α S2, β et κ dans un rapport molaire respectif de 4;1; 3,5 et 1,5 dans le lait (**Dalgleish et Corredig, 2012**). Les micelles contiennent également des minéraux, essentiellement du phosphate de calcium (90 %) et des ions magnésium et citrate (10 %) (figure2) (**Jeantet et al., 2017**).

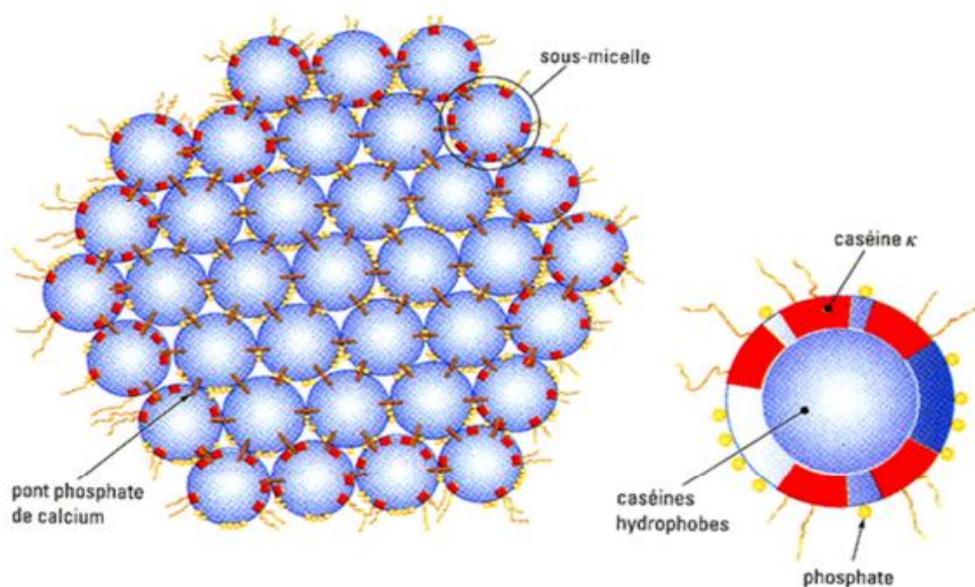


Figure 2: Modèle de micelle de caséine avec sous-unité (Amiot et al., 2002).

Les protéines du lactosérum sont obtenues après avoir éliminé les caséines et les lipides par centrifugation et précipitation sélective à pH 4,6. Le lactosérum chez la vache contient en majorité de l' α -lactalbumine, de la β -lactoglobuline, de l'albumine, de la lactoférine, de la transférine et des anticorps. La β -lactoglobuline est un constituant majeur (environ 50 %) de la fraction protéique soluble qui serait impliquée dans le transport de molécules hydrophobes et de certains AG (Tableau 4) (Kontopidis et al., 2004; Zimet et Livney, 2009). L' α -lactalbumine est la deuxième protéine la plus importante de cette fraction (environ 20 %). Elle intervient dans la synthèse du lactose et a, de ce fait, un rôle majeur dans la synthèse du lait. Des peptides, eux aussi présents dans le lait, sont issus de la digestion des caséines et de certaines protéines du lactosérum. Ces différents peptides identifiés dans le lait (Miranda et al., 2020) pourraient jouer un rôle sur la santé du consommateur (Nagpal et al., 2011; Hafeez et al., 2014).

Tableau 4: Composition moyenne et distribution des protéines du lait (Courtet Leymarios, 2010)

	Moyennes absolues (g/L)	Moyennes relatives (%)
Protéines	34	100
Protéines non solubles ou caséine entière	26	82
Protéines solubles	6	18
α-lactoglobuline	2,7	45
β-lactalbumine	1,5	25
Sérum-albumine	0,3	5
Globulines immunes	0,7	12
Protéoses peptones	0,8	13
Substances azotées non protéiques	2	6

1.2.4 Glucides

Les glucides sont les constituants les plus importants quantitativement après l'eau et représentent dans le lait environ 38% de la matière sèche (**Perreau, 2014**). Le lactose est le glucide prédominant du lait de vache, lequel ne referme en plus que quelques traces d'oligosaccharides et de monosaccharides. Le lactose est constitué d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Il est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin qu'est produit en grande partie par le foie. Il est 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 ; Fusch et al., 2011**). Il régule en partie le volume de lait produit grâce à son pouvoir osmotique.

Le lactose est spécifique du lait, réputé pour avoir une concentration très stable, entre 48 à 50g/L, soit entre 4,8 à 5,2% du lait (**Ennuyer et Laumonnier, 2013 ; Perreau, 2014 ; Roca-Fernandez, 2014**).

Le lait de vache contient également une quarantaine d'oligosaccharides (**Tao et al., 2008**). Ces derniers sont de plus en plus étudiés pour leur rôle dans la qualité nutritionnelle du lait (**Zivkovic et Barile, 2011 ; Weinborn et al., 2020**). Les monosaccharides libres, dont majoritairement le glucose et le galactose, sont également présents dans le lait bien qu'en concentrations négligeables comparativement aux oligosaccharides (**Larsen, 2015**).

1.2.5 Minéraux

Les minéraux, bien qu'en quantité moindre par rapport aux autres constituants du lait, sont très importants d'un point de vue nutritionnel et technologique. La fraction minérale est d'environ 9g/L de lait. Cette teneur est sous l'influence de plusieurs facteurs tels que l'espèce, la race, le stade de lactation et l'alimentation. Le lait de vache est pratiquement riche en macroéléments cationiques et anioniques. Les plus abondants sont le potassium (1,5g/L), le calcium (1,2g/L), le phosphore (0,9g/L), le sodium (0,45g/L) et le magnésium (0,12g/L). On trouve également du chlore (1,15g/L) et du citrate (1,7g/L) ainsi que des oligo-éléments (Zn, Fe, Cu, Mn, Se...) (Tableau5) (**Amiot et al., 2002; Hupperts et Kelly, 2009; Ennuyer et Laumonnier, 2013; Fayolle, 2015**).

Les minéraux se présentent sous forme de sels minéraux dans le lait (phosphates, chlorures, potassium, calcium et magnésium). Une partie des sels minéraux se trouvent sous

forme soluble, et une partie se trouve dans la phase colloïdale insoluble en association avec les caséines. Les minéraux se répartissent entre les deux phases soluble et colloïdale ; le calcium et le magnésium (alcalino-terreux) sont distribués entre les deux phases, alors que le sodium et le potassium (alcalins) sont présents en totalité dans la phase soluble du lait. Les équilibres minéraux sont influencés par l'élévation et la diminution de la température ; l'abaissement de la température entraîne une solubilisation partielle du calcium micellaire, alors que son augmentation entraîne une diminution du calcium soluble qui passe dans la phase micellaire (**Gaucheron, 2004; Hupperts et Kelly, 2009 ; Sandra, 2010**).

Tableau 5: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et *al.*, 2007).

Elément minéraux	Concentration (mg, kg⁻¹)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1207
Chlorure	772-1207

1.2.6 Vitamines

Les vitamines sont des micronutriments essentiels qui doivent être apportés quotidiennement à l'organisme, car celui-ci ne peut les synthétiser. Ces vitamines 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, ils sont apportés essentiellement par l'alimentation et se retrouvent dans le lait sous forme de traces. Ainsi leur taux est en relation avec le régime alimentaire et aussi avec le stade de lactation (**Jeantet et *al.*, 2008**).

Le lait de vache apporte un complément vitaminique important dans la ration alimentaire. Les vitamines sont classées, selon leur solubilité dans le corps gras ou dans l'eau, en vitamines liposolubles et hydrosolubles. Les vitamines, quant à elles, sont présentes sous forme liposoluble ou sous forme hydrosoluble. Les vitamines liposolubles se localisent dans la

phase grasse où on distingue les vitamines A, D, E, K, dont les teneurs dépendent essentiellement du taux de matière grasse. Les vitamines hydrosolubles sont fixées sur les micelles de caséines ou dispersées dans la phase aqueuse. On peut citer les vitamines du groupe B (B1, B2, B6, B12), acide pantothénique ainsi que la vitamine C (Perreau, 2014 ; Gille et Schmid, 2015). La teneur du lait en vitamine C est relativement faible. Les teneurs en vitamines dépendent beaucoup de l'alimentation. Les vitamines du groupe B synthétisées par les bactéries du rumen sont stables par rapport à d'autres vitamines (Fayolle, 2015). Les vitamines liposolubles sont seules d'origine alimentaire (Sandra, 2010). Les teneurs moyennes des vitamines hydrosolubles et liposolubles dans le lait sont portées dans le tableau 6

Tableau 6: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et al., 2002).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamines A (carotènes)	40 µg/100 ml
Vitamine D	2,4 µg/100 ml
vitamine E	100 µg/100 ml
Vitamine K	5µg/100 ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2µg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100 ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100 ml
Vitamine B12 (cyan cobalamine)	0,45 µg/100 ml
Vitamine folique	5,5 µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3,5 µg/100ml

1.2.7 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. Dans le lait de vache, environ 60 enzymes principales ont été

répertoriées dans le lait dont 20 enzymes ont été caractérisées. Quarante autres enzymes ont été démontrées via leur activité. On trouve des enzymes indigènes de lait dans les micelles de caséine, dans des globules gras du lait, dans le sérum du lait ou des cellules somatiques. Ces enzymes peuvent être utilisées comme indices de la santé animale ou de l'histoire thermique du lait, elles peuvent entraîner une détérioration de la qualité ou induire des changements souhaitables dans le lait et les produits laitiers comme elles peuvent également offrir des effets protecteurs (Fox, 2003). Les principales enzymes laitières indigènes importantes sur le plan technologique sont : la plasmine, la lipoprotéine lipase, la phosphatase alcaline et la lactoperoxydase (Tamime, 2009). Le tableau suivant (7) présente les caractéristiques des principaux enzymes rencontrés dans le lait.

Tableau 7: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vingola,2002)

Groupe d'enzyme	Classe d'enzyme	pH	Température (C°)	Substrat
Hydrolase	Estérases			
	Lipases	8,5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Ester phosphorique
	Phosphatase acide	4-5,2	37	Ester phosphorique
	Protéase			
	Lysozyme	7,5	37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséine
Déshydrogénases ou oxydases	Sulphydrile oxydase	7	37	Protéine, peptide
	Xanthine oxydase	8,3	37	Base purique
Oxygénases	Lactoperoxydase	6,8	20	Composés réducteurs H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

1.3 Propriétés physico-chimiques du lait cru de vache

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stables ; elles dépendent soit de l'ensemble des constituants, soit des substances en solution ou encore des concentrations en ions. Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie

laitière sont la densité, le PH, l'acidité, le point de congélation et le point d'ébullition (**Amoit et al, 2002 ; Vignola, 2002**). Ceci se résume dans le tableau 8 :

Tableau 8: Propriétés physico-chimique du lait (Martin, 2000)

Densité du lait à 20C°	1,028 à 1,034
Point de congélation (C°)	-0,530 à -0,555
pH à 20C°	6,6 à 6,8
Acidité titrable (°D)	15 à 18 °D
Activité de l'eau à 20 °C	0,99
Point d'ébullition (°C)	100,5
Masse volumique à 20 °C	1028-1034 kg/m ³

1.3.1 PH du lait

Les différents laits ont une réaction ionique voisine de la neutralité. Le pH du lait n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce. Le colostrum a un pH plus bas, du fait de la teneur élevée en protéines (**Gaucher, 2008**). 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 (**Goursaoud, 1985**). Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H₃O⁺) et donc une diminution du pH. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (**Amariglio, 1986**).

1.3.2 Point de congélation

Neville et Jensen (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0,53 et -0,55°C, On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier

leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Mathieu ,1999**). Un point de congélation supérieur à $-0,530^{\circ}\text{C}$ permet de soupçonner une addition d'eau au lait (**Carole, 2002**).

Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C , un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055^{\circ}\text{C}$, puisque le nombre de molécules, autres que celles de l'eau, et des 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. Le point de congélation du lait est vérifié à l'aide d'un cryoscope (**Goursaud, 1985**).

1.3.3 Densité

La densité du lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse (**Alais, 1984**). La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse (**Boubezari, 2010**). La densité du lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20°C , à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (**Alais, 1984**). D'après **Vignola (2002)**, la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage.

1.3.4 Point d'ébullition

D'après **Amiot et al., (2002)**, 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 $100,5^{\circ}\text{C}$.

1.3.5 Acidité du lait

Selon **Jean et Dijon(1993)**, l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable

peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). $1^{\circ}\text{D}=0.1\text{g}$ d'acide lactique par litre de lait. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité $\leq 21^{\circ}\text{D}$. Un lait dont l'acidité est $\geq 27^{\circ}\text{D}$ coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est $\geq 70^{\circ}\text{D}$ coagule à froid.

1.3.6 Masse volumique

Selon **Pointurier(2003)**, la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg.m^{-3} dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée. La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m^{-3} .

1.4 Qualité nutritionnelle du lait de vache

Le lait de vache est un aliment complet pour l'enfant au début de son existence. Le lait d'un animal laitier est un excellent aliment pour l'adulte de la même espèce ou d'autres espèces mais ne peut couvrir entièrement les besoins, avec les quantités normalement ingérées (**Alais, 1984**).

Le lait est à peu près le seul aliment qui puisse répondre de façon équilibrée à la plupart des besoins nutritionnels de l'homme. Pour un enfant de 5 ans par exemple, un demi-litre de lait peut couvrir quotidiennement environ :

- 25% des besoins caloriques.
- 40 % des besoins protéiques.
- 70 % des besoins en calcium et en vitamines B2.
- 30% des besoins en vitamines A et en vitamines B1. (**Hamama ,1996**)

1.5 Les propriétés organoleptiques

1.5.1 La couleur

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

1.5.2 L'odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur caractéristique du lait est dû au fait que la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, 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).

1.5.3 La saveur

Le lait de vache est d'autant plus jaune qu'il est plus riche en crème, doué d'une saveur légèrement sucrée (**Lecoq, 1965 ; FAO/OMS, 2000**).

2 Facteurs de variations de la qualité du lait.

Les concentrations des différents constituants du lait peuvent varier d'une espèce à l'autre, mais aussi au sein d'une même espèce. Cette variabilité est liée à différents facteurs : à l'animal lui-même (facteurs intrinsèques) ou à l'environnement, agissant ensemble sur les mécanismes de synthèse et de sécrétion des différents constituants du lait. De nombreuses recherches en agronomie ont eu pour but de préciser ces facteurs permettant de moduler la composition du lait pour en améliorer les qualités (nutritionnelles, technologiques ou sensorielles) afin de répondre à la demande des différentes filières et des consommateurs (**Jenkins et McGuire, 2006; Pougheon et Gourssaud, 2007; Quist et al., 2008; Forsbäck et al., 2010**).

2.1 Les facteurs intrinsèques

Ces facteurs, liés à l'animal, peuvent être de différentes natures et à différentes échelles, allant du génome (lié au polymorphisme génétique) au stade physiologique (stade et nombre de lactations) de l'animal.

2.1.1 Facteur génétique

La performance d'un animal est la résultante de son potentiel génétique (génotype) et des conditions d'élevage dans lesquelles il est entretenu (environnement). Ainsi, pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel (**Boujenane, 2003**). La génétique des vaches influence la production laitière sur

plusieurs caractères que ce soit au niveau de la qualité du lait, du rendement par vache, du mode de vie ou encore du type de lait, chacune des races de vaches laitières présente ses particularités. Il existe différentes races de vaches laitières, chacune ayant des caractéristiques phénotypiques qui leur sont propres, telles que le potentiel de production de lait et la composition du lait (**Balandraud et al., 2019**). Par exemple, les comparaisons de réponses de vaches Holstein et Montbéliarde à divers systèmes d'élevage (systèmes à l'herbe, mono-traite, système extensif vs semi-extensif) ont montré une plus grande sécrétion de lait, de matière grasse, de matière protéique et de lactose chez la race Holstein (**Pomiès et al., 2007; Pires et al., 2015**).

Ainsi, **Martin et al., (2000)**, ont rapporté que les vaches de race Montbéliarde, qui est un croisement entre des races Suisses et françaises ont un lait plus riche en matières protéiques que celui de la race Holstein, et il est de ce fait caractérisé par une meilleure aptitude à la coagulation et au rendement fromager (**Alsace-lait, 2018**). De même que les taux de caséines et de calcium ont été supérieurs chez la Montbéliarde et chez la tarentaise comparativement aux pie noirs (**Macheboeuf et al., 1993**). Selon les mêmes auteurs, le lait produit par la vache Montbéliarde est plus riche en matières grasses que celui produit par les vaches Holstein. Par ailleurs **Pougheon et Goursaud (2007)**, affirment que la sélection sur la quantité de lait lui réduit sa richesse, alors que la sélection sur les quantités de matières grasse permet de maintenir les taux à un niveau génétique plus constant. D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche au profit de celles ayant une production élevée (**Srairi et al., 2009 ; Kaouche-Adjlane, 2019**).

2.1.2 Facteur physiologique

2.1.2.1 Stade de lactation

Le stade de lactation a un effet sur tous les composants du lait observable à travers des changements significatifs dans l'état physiologique de la vache (**Cauty et Perreau, 2003; Bony et al., 2005; Srairi et al., 2009**). La production laitière et la composition du lait varient aux différentes étapes de la lactation. La lactation se divise en quatre phases : la phase de sécrétion du colostrum, le début, le milieu et la fin de lactation. Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Durant les cinq à sept premiers jours de lactation, la vache produit le colostrum destiné au nouveau-né. Sa composition est adaptée

pour lui fournir tous les nutriments dont il a besoin. Il est particulièrement riche en protéines (Georgiev, 2008).

La Teneur en matières grasses décline après le vêlage et atteint son nadir lorsque les vaches sont entre 40 à 60 jours post-partum, avec une légère augmentation journalière par la suite (Walker et al., 2004). Cette baisse peut être expliquée principalement par un effet de dilution puisque la TMG évolue de façon inverse à la production de lait (Coulon et al., 1991; Varga et Ishler, 2007).

Après le pic de lactation, la production de lait diminue graduellement et la composition change au cours du temps. Les protéines et le lactose diminuent au cours de la lactation alors que la matière grasse augmente (Auldist et al., 1995). Au niveau de la matière grasse, le profil en AG change également, avec une diminution des AG à chaînes longues et une augmentation du C16:0 au cours du temps (Stoop et al., 2009). Ces variations de profil d'AG sont en partie dues à une diminution de la lipomobilisation liée à une diminution des besoins énergétiques de la vache, qui est elle-même liée à la diminution de la production de lait au cours de la lactation (Larsen et Moyes, 2015).

La teneur en lactose est aussi influencée par le stade de lactation, la synthèse du lactose débute avant la mise basse en quelques jours. La production et la teneur du lait en lactose suit la même allure que la production laitière : un pic entre 30 et 60 jours de lactation puis une diminution régulière sur la suite de la lactation (Miglior et al., 2006 ; Malchiodi et al., 2014).

2.1.2.2 Effet de l'âge et nombre de vêlage

Plusieurs auteurs ont confirmé que la quantité de lait et la quantité de matière grasse, augmentent avec l'âge au premier vêlage jusqu'à un maximum puis diminuent (Cooper et al., 1982). Ainsi, une augmentation de la production laitière et de la teneur en protéines, en lactose et en matière grasse sont observées chez les bovins entre des primipares et multipares (Barash et al., 2001; Olechnowicz et Ja, 2010). Les profils en AG du lait (Kelsey et al., 2003) et les teneurs en glucose peuvent aussi être modifiés par le nombre de lactations (Larsen et Moyes, 2015). Ainsi, le rapport caséine / protéine diminue significativement avec l'âge, en particulier pour les lactations de rang élevé, en effet cette diminution est attribuée selon Coulon et al., (1998), à l'altération des capacités de synthèse du tissu sécréteur et

l'augmentation de la perméabilité tissulaire en particulier sous l'effet des mammites subies au cours des lactations précédentes.

La teneur en lactose diminue avec l'âge et le nombre de lactations (**Miglior et al., 2006**). Selon certains auteurs **Malchiodi et al., (2014)**, **Lucy et al., (2009)**, la concentration en lactose est plus faible de 1,9 à 3,1% entre des vaches multipares par rapport à d'autres primipares.

2.1.2.3 État de santé des animaux

D'après **Perreau (2014)**, les divers troubles de santé que peuvent rencontrer les vaches au cours de leur lactation vont pénaliser leur production en rompant l'équilibre fragile d'un bon état de santé. Ce sera le cas notamment avec les mammites, les maladies métaboliques et les boiteries. En effet, les animaux atteints de troubles divers ont un appétit réduit et en lien avec la douleur et le mal-être qu'ils ressentent, ce qui diminue la disponibilité en nutriments utiles pour la production. De plus, dans le cas des troubles de locomotion, l'animal minimise ses déplacements pour s'alimenter, ce qui accentue la réduction des quantités ingérées. Enfin, lors de mammites sévères en début de lactation, le niveau au pic est compromis et la quantité produite sur la lactation s'en trouve réduite. **Serieys (2015)**, conclue que la maîtrise de la santé est donc l'une des clés de la rentabilité en élevage laitier.

Les productions et les teneurs en MG et en protéines du lait sont modifiées par les mammites, dues principalement à une réduction de la production de lait (**Seegers et al., 2003**). La mammite, par exemple, réduit la teneur en caséine et en lactose, tandis qu'elle augmente les teneurs en protéines totales et en protéines du lactosérum du lait (**Rode, 2006**). **Le Maréchal et al., (2011)** mentionnent que les effets de la mammite sur les composants du lait sont contradictoires. Ces auteurs expliquent aussi que le type de pathogène impliqué dans la mammite peut avoir une influence sur la variation de la teneur des composants du lait.

2.2 Facteurs extrinsèques

2.2.1 Saison

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont, en effet, montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour), augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières

utiles. Les pourcentages de gras et de protéines dans le lait sont plus élevés pendant l'hiver que pendant l'été (**Varga et Ishler, 2007; Heck et al., 2009; Bauman et al., 2011**).

Le composant du lait qui varie le moins dû aux saisons est le lactose et celui qui varie le plus est la MG, avec la protéine qui représente un résultat moyen (**Heck et al., 2009**). Cette variation est due aux changements dans la ration et aux conditions climatiques. Les effets spécifiques de la température, soit chaude ou froide, ne sont pas clairs. Des vaches exposées à des températures au-dessous de -5 °C réduisent leur production de lait et, par conséquent, la TMG (la teneur en matière grasse) du lait augmente (**Bauman et al., 2011**).

En contrepartie, certains travaux suggèrent que le stress thermique en été peut entraîner des conditions semblables à l'acidose et donc une diminution de la TMG du lait (**Bauman et al., 2011**). Aussi, les vaches hautes productrices sont plus vulnérables au stress thermique dû à leur production de chaleur métabolique plus élevée qui est fortement associée à la production laitière (**Renaudeau et al., 2012**). Le stress thermique réduit la consommation de matière sèche (MS), qui à son tour réduit la consommation d'énergie. C'est cette diminution d'apport en énergie qui affecterait la teneur des composants du lait (**West, 2003; Renaudeau et al., 2012**). C'est d'ailleurs pour cette raison que **West (2003)** a suggéré de modifier les besoins des animaux pendant la saison chaude.

2.2.2 Effet des conditions climatiques

L'augmentation de la température ambiante, lorsqu'elle se situe dans la zone de confort thermique des vaches, pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait, qui s'ajouterait à l'effet de la photopériode (**Agabriel et al., 1990**). La température idéale pour la production laitière est au tour de 10°C. L'augmentation de la température au-delà de cette valeur peut diminuer la production laitière de 5% et 25%. (**Dubreuil, 2000**).

Les vaches qui se trouvent dans un milieu chaud produisent un lait moins riche en matières grasses, en matières azotées et en lactose. Les animaux les moins productifs sont les plus résistants au stress thermique (**Meyer et Denis, 1999**).

A l'exposition au froid, les animaux règlent leur thermorésistance en consommant plus d'aliments, ou utilisent les nutriments au détriment de la production laitière, et épuisent leurs

réserves corporelles. La production dans ce cas diminue alors que les taux butyreux et protéique augmentent (**Charron, 1988**).

2.2.3 Influence de l'alimentation sur la qualité du lait

L'alimentation jouent un rôle prédominant, contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), son mode de distribution, son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en l'azote et en l'énergie...etc. (**Jenkins et McGuire, 2006**). En effet, selon **Coulon et Hoden (1991)**, le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

2.2.3.1 Effet du niveau d'alimentation

La nutrition est à la fois un facteur prédominant qui affecte la composition du lait et un outil pour la moduler. Il est connu depuis longtemps que des changements dans la ration peuvent causer des chutes ou d'augmentation importantes de la matière grasse et matière protéique de lait (**Rulquin et al., 2007**).

2.2.3.1.1 Effet du niveau d'apport énergétique

L'apport énergétique de la ration explique l'essentiel des variations, parfois considérables, des taux protéiques. Un taux protéique élevé peuvent être reliés à des forts apports énergétiques des rations distribuées aux vaches. En effet, dans l'étude menée par **Bony et al., (2005)**, dans l'île de la Réunion, les taux protéiques les plus élevés sont généralement liés aux apports énergétiques les plus importants dans les rations distribuées par les éleveurs, ces apports permettent une importante ingestion des aliments concentrés et s'accompagnent d'une production laitière élevée. D'autres auteurs tels **Coulon et Rémond (1991)**, **Agabriel et al., (1993)** rapportent qu'une augmentation d'apport énergétique se traduit généralement par un accroissement de la teneur en protéines et de la production laitière.

Un des facteurs de variation couramment avancés pour expliquer les variations du taux butyreux du lait est la proportion de concentré dans la ration (**Journet et Chilliard, 1985**). En effet, l'apport de concentré au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait de -0,30 g/kg et +0,24 g/kg respectivement pour chaque kg de MS de concentré consommé (**Delaby et al., 2003**). Une part importante du concentré dans la ration (en moyenne 55 % de la matière sèche ingérée) se traduit des taux butyreux légèrement inférieur et une production de lait et taux protéiques élevés (**Bonyi et al., 2005**).

2.2.3.1.2 Effet au niveau d'apports azotés

L'augmentation du niveau des apports azotés conduit à une augmentation conjointe de la production laitière et de la matière protéique (**Coulon, 1991**), cette augmentation n'a pas d'effets très significatifs sur le taux protéique (**Sutton, 1989**). L'augmentation des apports azotés dans la ration quotidienne entraîne une augmentation conjointe des quantités de laits produit et des protéines secrétées, de sorte que le taux protéique reste peu modifié (**Coulon et al., 1998., Araba, 2006**). Par ailleurs, le TP dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables : lysine et méthionine en particulier, donc la nature des compléments azotés distribués aux animaux (**Coulon et al., 1998**). Ainsi, **Coilliot (1989)** rapporte que l'apport d'urée à des rations pauvres en azote à base de l'ensilage de maïs provoque un accroissement du taux protéique du lait (0,13 g par kg de lait /point de MAT supplémentaire) et surtout de la quantité de lait sécrétée (1,2 kg/point de MAT supplémentaire). **Hoden, (1987)** affirme qu'en début de la lactation chez les vaches recevant à volonté des ensilages de maïs d'excellente qualité, l'amélioration de la nutrition azotée fait augmenter la production de lait tout en diminuant la mobilisation des réserves lipidiques. Cependant le taux butyreux ne diminue pas, il a plutôt tendance à s'accroître, car l'ingestion de fourrage et sa proportion dans la ration s'accroissent. D'autres travaux sur la nutrition azotée ont démontré qu'il est possible d'augmenter le taux protéique du lait sans modifier le taux butyreux (**Hoden et Coulon, 1991**).

2.2.3.1.3 Effet de la nature de la ration de base

La production et la composition du lait varient avec la nature des rations de base (fourrage conservé et fourrage vert). Par exemple, les vaches nourries à base de foin produisent moins de lait que celle recevant de l'ensilage d'herbe (19,5 kg/j contre 20,2 kg/j),

mais leurs laits sont plus riches en matières grasses et en protéines (31,2 g/kg contre 32,2g/kg) (Coulon et al., 1997). Bonyi et al., (2005), dans un essai de comparaison entre l'effet de la nature des fourrages sur la composition du lait, rapportent que l'utilisation majoritaire des fourrages tempérés dans l'alimentation des vaches s'est traduit par des taux butyreux plus élevés que pour les laits des vaches qui sont alimentées le plus souvent avec des fourrages tropicaux. L'herbe jeune de printemps, qui est riche en sucres solubles, peut occasionner des diminutions de TB par accroissement du taux sanguin de propionate.



PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE



OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1 Objectifs et méthodologie

1.1 Objectifs de l'étude

L'objectif, à travers cette étude est :

- ✚ D'évaluer la qualité physicochimique du lait des vaches élevées dans la région d'Ain Témouchent ;
- ✚ D'évaluer les effets des facteurs de variation (l'élevage, le stade de lactation, la parité et la race) sur la qualité du lait de vache (taux butyreux, taux protéique, la densité, la teneur en lactose, point de congélation et l'acidité), afin de mettre en évidence la relation entre les paramètres de production précédents et les pratiques d'élevage adoptées dans ces exploitations bovines situées dans la wilaya d'Ain Témouchent ;
- ✚ De proposer et de projeter des perspectives en termes de la conduite d'élevage pour produire un lait de qualité répondant aux exigences du consommateur ainsi qu'à la demande des transformateurs.

1.2 Présentation de la région d'étude

Notre étude a été effectuée au Nord-ouest Algérien, il s'agit de wilaya d'Ain Témouchent. La wilaya d'Ain Témouchent est localisée sur le littoral ouest algérien, sa superficie s'étend sur 2377 km². Elle occupe une position stratégique dans l'ouest de l'Algérie. Issue du découpage administratif de 1984. Elle est située en Oranie, et limitée à l'est par la wilaya d'Oran, au sud-est par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès, au sud-ouest par celle de Tlemcen, et au nord-ouest par la mer Méditerranée qui la borde sur une distance de 80 km environ. Elle est composée de 8 Daïras et 28 communes (**DSA d'Ain Témouchent, 2021**). (Figure 3).

Le climat de la région d'Ain-Temouchent est du type méditerranéen, il se caractérise par deux saisons bien distinctes : un hiver humide et froid et un été sec et chaud, ceci est dû au front de contact entre les masses d'air nordiques et tropicales. Elle se caractérise également par des sols fertiles.

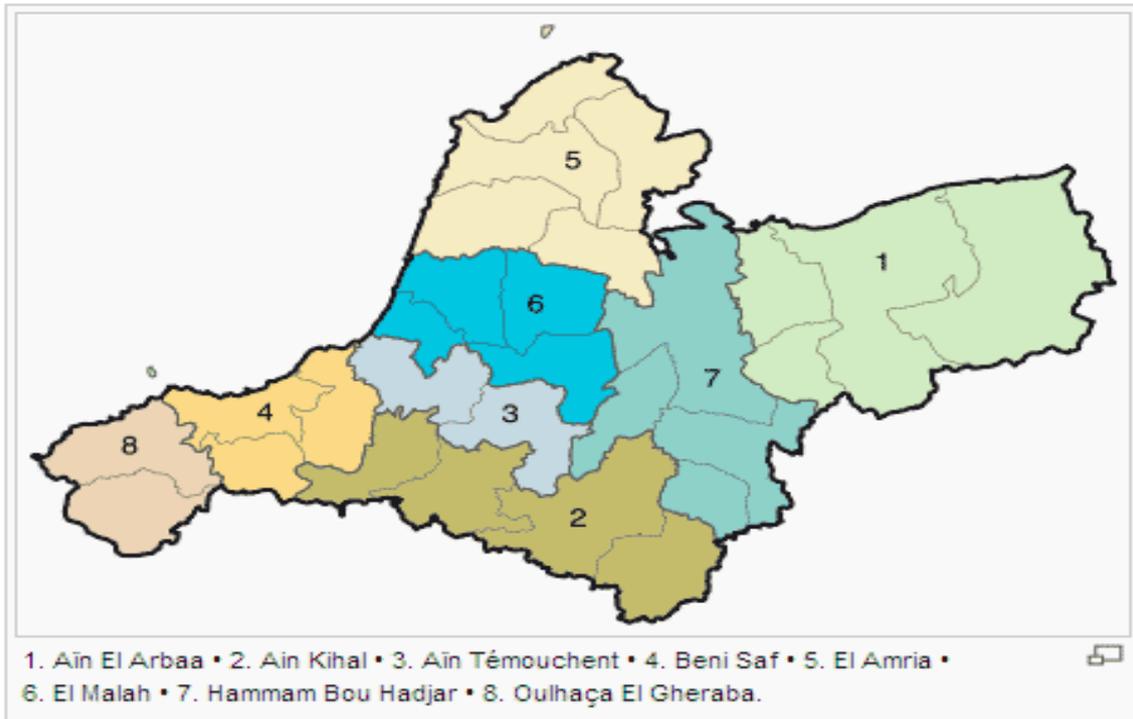


Figure 3: Situation géographique de la wilaya d'Ain Témouchent

1.3 Le choix et la description de l'échantillon

Notre étude a été effectuée au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent. Nous avons suivies 4 exploitations de la region. Les élevages suivies ont été choisis avec la collaboration des vétérinaires praticiens afin d'obtenir le maximum d'informations recherchées en rapport avec notre sujet. Les exploitations ont été sélectionnées de façon à obtenir la plus grande hétérogénéité pour chacun des critères mentionnés. L'objectif principal de l'échantillonnage est la sélection d'un groupe d'élevages représentatif de l'ensemble des élevages de la région ciblée. Le choix des exploitations de notre étude (4) a été motivé essentiellement par les raisons suivantes:

- ✓ La disponibilité des éleveurs;
- ✓ la disponibilité et l'accessibilité aux informations concernant la conduite de la production laitière et l'alimentation des vaches laitières;
- ✓ Les élevages de vaches laitières disposant d'un agrément sanitaire délivré par les services vétérinaires de la wilaya;
- ✓ Présence de vaches laitières saines (indemne de mammites) dans chaque élevage.

1.3.1 Échantillonnage et la collecte des informations

Les échantillons sont prélevés à partir des vaches qui ne présentent aucun signe d'inflammation. Les prélèvements de lait sont collectés après la traite du matin. Avant le prélèvement nous procédons à une homogénéisation des laits, ensuite les échantillons sont prélevés dans des flacons stériles de 20 ml. Chaque flacon porte le numéro d'identification de la vache prélevée. Les échantillons sont placés dans une enceinte réfrigérée afin d'éviter l'effet de la température ambiante lors du déplacement au laboratoire. Ces échantillons sont directement transportés au laboratoire (dans une glacière et conservés à 4°C) pour l'analyse physico-chimique de lait.

1.3.2 Analyse physicochimique de lait

Les échantillons de lait ont fait l'objet d'analyses physicochimiques à l'aide d'un analyseur de lait de type Lactoscan SP. C'est un analyseur de chimie moderne adapté à l'analyse de chaque type de lait. De conception portable et compacte, cet analyseur ultrasonique est simple en fonctionnement, entretien, étalonnage et installation. De plus, son fonctionnement ne fait recours à aucun produit chimique dangereux et ne nécessite qu'une petite quantité d'échantillon. La précision de l'appareil a été testée par les méthodes classiques de détermination de la qualité physicochimique du lait à savoir la méthode de Gerber appliquée au lait pour le taux butyreux (TB) et la méthode kjeldahl appliquée au lait pour le taux protéique (TP).

Il permet d'analyser rapidement (1 à 2 min) avec précision et fiabilité. Une seule analyse permet de déterminer les taux de matière grasse, taux protéique, la teneur du lait en lactose, extrait sec dégraissé, la densité, point de congélation, conductivité et le PH.

2 Méthode d'analyses statistiques

2.1 Organisation et mise en forme des données

Nos résultats concernent 150 échantillons de lait (traites du matin et du soir) obtenus à partir d'un contrôle laitier mensuel effectué dans les quatre exploitations. Les informations recueillies concernent 75 vaches laitières. 56% de race Prim'Holstein (PH) et 44 % de race Montbéliarde (MB) appartenant à quatre exploitations ont fait l'objet de la présente étude.

Après avoir rassemblé et trié toutes les données, nous avons constitué une base de données contenant tous les paramètres nécessaires au traitement statistique. Ce fichier

contient tous les renseignements relatifs à l'animal (le numéro de l'élevage, la date de vêlage, le mois de lactation, le rang de mise bas et la race) ainsi que les paramètres physicochimiques de lait (le taux butyreux, le taux protéique, point de congélation, la teneur du lait en lactose, l'acidité et la densité). Nous avons étudié la variation de l'aspect physico-chimique du lait selon quatre facteurs : la race, l'élevage, stade de de lactation et la parité.

2.2 Analyse statistique

L'information collectée a été traitée dans une première étape par les méthodes de la statistique descriptive en vue de préciser la moyenne et l'écart-type des variables explicative. Ensuite, l'ensemble des données a subi une analyse de la variance (procédure GLM) pour tester l'effet des variables au seuil de $p < 0,05$. Toutes les analyses ont été effectuées par SPSS21.



RESULTATS ET DISCUSSION

3 Résultats et discussion

3.1 Résultats d'analyses physico-chimiques du lait

Les moyennes et les écarts-types des analyses physico-chimiques des échantillons du lait des vaches prélevés sont mentionnés dans le tableau 9.

Tableau 9: Moyennes générales des paramètres étudiés

Variables	Moyenne \pm écart type
Taux butyreux (g/l)	37,31 \pm 0,94
Taux protéique (g/l)	31,2 \pm 1,53
Lactose (g/L)	46,31 \pm 2,503
Extrait sec dégraissé (g/L)	83,31 \pm 2,27
Densité	1030,01 \pm 1,85
Acidité ($^{\circ}$ D)	17,32 \pm 0,78
Point de congélation	-0,487 \pm 0,056

3.1.1 Taux butyreux et taux protéique

La valeur moyenne en matière grasse dans le lait de vache est de 35 à 45g/l (**Alais, 1984**). Dans notre étude, la composition moyenne du lait enregistrée était de 37,31 \pm 0,94g/L pour le taux butyreux et de 31,2 \pm 1,53g/L pour le taux protéique. Les moyennes du taux butyreux et du taux protéique enregistrées durant notre étude sont nettement supérieures à celles trouvées dans le centre de l'Algérie en race Holstein par **Ouchene-Khelifi et al.,(2017)** qui ont été, respectivement, de 31,0 g/L et de 29,1 g/L. Elle sont proches à celles trouvées dans la région de Mostaganem par **Bouamra et al.,(2019)** qui ont été, respectivement, de 36,9 \pm 0,4g/L pour le taux butyreux et de 31,6 \pm 0,2g/L pour le taux protéique. Ainsi, elles sont aussi supérieures à celles trouvées dans le nord-est de l'Algérie par **Matallah et al.,(2017)** qui ont été, respectivement, de 33,4 \pm 4,1 g/L et de 32,8 \pm 3,0 g/L. Ainsi, Le taux butyreux est proche aux résultats obtenus dans la région de Guelma, Algérie par **Bousbia et al.,(2018)** qui ont trouvés des valeurs de l'ordre de 37,20 \pm 14,94g/L.

Le taux butyreux est supérieur aux résultats obtenus en Tunisie par **Bousselmi et al.,(2010)** ; **Houchati et al.,(2016)** et **Khalifa et al.,(2017)** en race Holstein qui ont été, respectivement, de 34,4g/L, de 36,4g/L et de 36,3 \pm 0,74 g/L. Cependant, notre observation est

inférieure à ceux rapportées par **Hurtaud et al., (2010)** ; **Lovenvdahl et Chagunda (2011)** ; **Nistor et al., (2011)** ; **Capper et Cady, (2012)** ; **Missanjo et al.,(2013)** et **Boutry et al., (2014)** qui ont trouvés des valeurs, respectivement, de l'ordre de 4,45%; 4,14%; 3,86%; 3,80% ; 3,96% et 3,9%.

Par ailleurs, La valeur moyenne de la matière protéique était supérieure à celle obtenues au Nord-Est Algérien par **Boubezari et al., (2010)** (2,79%) dans la région de Jijel et par **bousbia et al., (2018)** dans la région de Guelma (29.42 ± 1.41 g/L). Ce taux est proche à ceux obtenus par **Khalifa et al., (2017)** avec une valeur de $3,18 \pm 0,4\%$ en Tunisie et celui obtenu par **Bassabasi et al., (2013)** au Maroc (31.31 g/l). Ainsi, le TP enregistre durant notre études est inférieur aux valeurs rapportées par **Bousselmi et al.,(2010)** ; **Missanjo et al.,(2013)** et **Houchati et al., (2016)**, estimées respectivement à 31,3g/L, 33, 9g/L et 29,4g/L. Il est aussi inférieur aux normes européennes (31,5g/L) et aux moyennes obtenues en France par **Hurtaud et al., (2010)** et **Boutry et al., (2014)** qui étaient, respectivement, de 32,3g/L et 32,0 g/L. Cependant, il est supérieur à ceux rapportés par **Rekik et al., (2009)** avec une valeur de 3,08% et **Capper et Cady, (2012)** avec 3,1%. Ces faibles performances pourraient être expliquées par le problème d'adaptation des vaches importé aux conditions climatiques contrastées et des disponibilités alimentaires limitées sur les plans quantitatif et qualitatif en Algérie. En conséquence, les vaches importées ne peuvent pas extérioriser leur potentiel génétique. En outre, les races à haut rendement introduites dans des conditions écologiques différentes de celles de leur pays d'origine voient leur performance diminuer, une grande partie de leur métabolisme étant utilisée pour s'adapter aux facteurs environnementaux. Ainsi, le rendement laitier d'une vache laitière est le résultat de la combinaison du génotype et des facteurs non-génétiques (**Çilek, 2009**), puisque l'interaction environnement-génotype joue un rôle important dans l'expression de la valeur génétique complète des bovins laitiers (**Cienfuegos-Rivas et al., 2006** ; **Hammami et al., 2009** ; **Scholtz et al., 2010**), d'où l'expression du mérite génétique varie d'un état environnemental à un autre et elle est fortement influencée par des facteurs non-génétiques (**Javed et al., 2001**).

3.1.2 Densité

Selon la **FAO (2010)** la norme pour la densité du lait de vache est comprise entre 1028-1033. Dans notre étude, la densité moyenne est de $1030,01 \pm 1,85$. Elle est proche à celle ramené par **Aboutayeb (2005)** avec des valeurs entre 1028-1035. Ces variations de densités dépendent de la richesse du lait en matière sèche, l'augmentation de la température et des

disponibilités alimentaires. Elles sont aussi inversement proportionnelles aux taux de la matière grasse. Elle est légèrement supérieure à celle indiquée par **Darej et al.,(2019)** (1028,2) et proches à celle indiquée par **Bouzidi et al., (2012)** rapportant une densité entre 1029 et 1030 et celle rapportée par **Bousbia et al., (2018)** qui a indiqué une densité moyenne de $1029,95 \pm 2,25$. Ceci peut être dû à un éventuel mouillage vu qu'une addition de 10% d'eau fait chuter la densité de 0,003.

3.1.3 Acidité

L'acidité titrable mesure tous les ions H^+ soit ionisés ou non disponibles dans le milieu. Elle représente la somme entre l'acidité naturelle et l'acidité développée (**Vignola, 2010**). Les échantillons prélevés et analysés ont une acidité moyenne de $17,32 \pm 0,78^\circ D$. L'acidité titrable ($17,32 \pm 0,78^\circ D$) était conforme aux normes algériennes et la norme AFNOR de l'acidité du lait cru qui sont fixés entre $16^\circ D$ et $18^\circ D$. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait. D'autres études ont rapporté que l'acidité d'un lait peut varier entre une limite supérieure à $10^\circ D$ et inférieure à $21,4^\circ D$ (**Cassinello et Perira, 2001**). La variation de l'acidité est due à l'apparition de divers acides dont le plus abondant l'acide lactiques.

3.1.4 Extrait sec dégraissé

Selon les résultats obtenus, la moyenne de l'extrait sec dégraissé obtenu durant cette étude est de $83,31 \pm 2,27$ g/L. Les teneurs en extrait sec dégraissé sont inférieures, donc les résultats ne sont pas conformes aux normes **AFNOR** « 87-90 », cela pourrait être dû au mauvais rationnement des vaches et /ou leur race. Nos résultats sont proches à ceux obtenus par **Bousbia et al., (2018)**, qui est de $80,43 \pm 3,52$ g/l.

3.1.5 Lactose

La valeur moyenne de lactose du lait analysé était de $46,31 \pm 2,503$ g/L. Ce résultat est élevé à ceux obtenus par **Labioui et al.,(2009)** (4,35%) au Maroc, et **Sbouï et al.,(2009)** (4,02%) en Tunisie. Ces valeurs sont relativement inférieures à la valeur moyenne de référence qui est de 4,9%. Le lactose est le principal sucre présent dans le lait, et est le substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques. Ces bactéries se caractérisent par leur aptitude à fermenter le lactose avec production d'acide lactique. Notons que dans

cette étude, les échantillons étaient analysés quelques heures après la traite, ce qui pourrait favoriser le développement des bactéries lactiques expliquant ainsi la teneur faible en lactose.

3.1.6 Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau, car la présence de constituants solides abaisse le point de congélation (**Vignola, 2010**). Le lait cru de vache a un point de congélation compris entre -0,530 et -0,575. Dans notre études, les résultats enregistrés du point de congélation sont à $-0,487 \pm 0,056$ g/L, les valeurs sont légèrement inférieur à celui de **Nevilie et al.,(1995)** qui ont pu montrer que la valeur moyenne se situe entre -0,54 et -0,55°C. La valeur moyenne du point de congélation était inférieure à celle obtenues au Nord-Est Algérien par **Bousbia et al.,(2018)** dans la région de Guelma ($-0,512 \pm 0,02$). 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**). Un point de congélation supérieur à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait, mais dans notre étude les prélèvements ont été réalisés dans les fermes à partir du tank de ramassage, donc la supposition d'une addition d'eau est à écarter, cette augmentation du point de congélation peut être expliqué par la pauvreté de ces laits en matières utiles en comparaison avec d'autres laits qui sont riches en constituants.

3.2 Effet du stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait

L'analyse de variance (ANOVA à un facteur) est appliquée pour rechercher l'existence de différence au niveau des paramètres du lait en fonction du stade de lactation. A la lumière des résultats obtenus et présentée dans le tableau ci-dessous (Tableau 10), montre que le stade de lactation a une influence hautement significative ($p < 0,001$) sur le taux butyreux, le taux protéique, le teneur du lait en lactose et l'extrait sec dégraissé pour les vaches étudiées

D'un autre côté, l'analyse de la variance sur les autres paramètres (acidité, densité et le point de congélation) a révélé une faible signification de l'effet du stade de lactation sur ces derniers, néanmoins les valeurs obtenues varient d'une lactation à une autre.

Tableau 10: Évolution des différents paramètres du lait en fonction du stade de lactation

Stade de lactation	Stade de lactation1	Stade de lactation2	Stade de lactation3	P
Taux butyreux (g/l)	37,21±1,53a	35,30±1,75b	38,755±1,83a	***
Taux protéique (g/l)	31,7±1,2a	29,2±0,85b	32,7±1,50c	***
Lactose (g/L)	47,25±1,13a	45,95±0,93b	44,30±1,23c	**
Extrait sec dégraissé (g/l)	86,01±0,28a	83,81±0,58b	81,57±0,79b	**
Densité	1029,88±1,25a	1028,77±0,95b	1027,23±1,05c	*
Acidité (°D)	17,98±0,95a	17,12±0,85a	16,89±0,66b	*
Point de congélation	-0,475±0,027a	-0,504±0,012b	-0,512±0,028b	*

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives P : probabilité ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$).

3.2.1 Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait

Cette étude indique que le stade de lactation a un effet significatif sur les TB et TP ($p < 0,05$). Le TB et TP du lait augmentent avec l'avancement de la lactation. Les taux les plus faibles sont enregistrés au deuxième stade avec un TB de 35,30±1,75 g/L et un TP de 29,2±0,85g/L, alors que les plus élevés taux sont enregistrés au 3eme stade de lactation : en moyenne, les taux butyreux et protéique ont été respectivement de 38,755±1,83 et 32,7±1,50g/L (Figure 4). Ces résultats confirment ceux de **Coulon et al., (1991)**; **Srairi (2006)**; **Croguennec et al.,(2008)**; **Legarto et al.,(2014)** et **Bouamra et al.,(2019)** qui rapportent des taux maximaux en début de lactation, minimaux autour du 2-3^{ème} mois, et en hausse jusqu'à la fin de la lactation. Ainsi, selon ces études, les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière. C'est la raison pour laquelle il faut penser à estimer les taux en fonction du mois moyen de lactation (**Coulon et al., 1991**). Selon **Boujenane (2010)**, les taux butyreux et protéique suivent une évolution inverse à celle de la quantité de lait, en passant par un minimum au pic de lactation avant de s'enrichir jusqu'au tarissement. En effet, au début de la lactation des vaches Holstein, les taux butyreux et protéique étaient en moyenne respectivement de 37 et 34 g/kg. Au fur et à mesure que la quantité de lait augmente, les taux diminuaient en deçà

respectivement de 33 et 29 g/kg pour augmenter par la suite au-delà respectivement de 37g/kg et 34 g/kg.

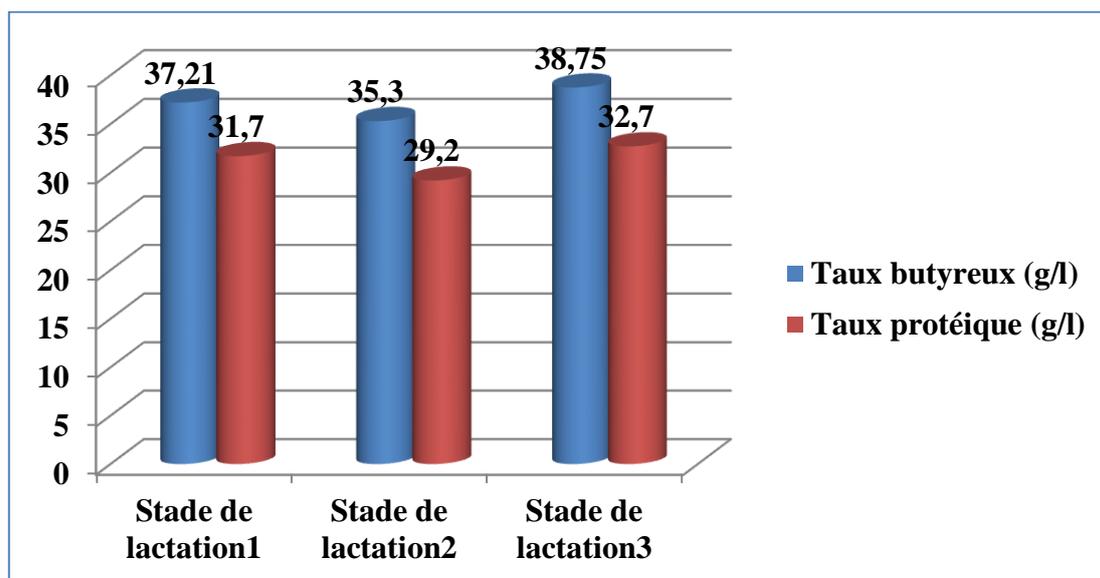


Figure 4 : Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait

3.2.2 Influence du stade de lactation sur la teneur du lait en lactose

Le lactose est le principal déterminant du volume du lait (Jemila et al., 2012). La teneur du lait en lactose suit à la même allure de lactation (Fayolle, 2015). D'après les résultats obtenus dans notre étude, la teneur du lait en lactose est de $47,25 \pm 1,13$ g/L dans le 1^{er} stade de lactation. Après, on a enregistré une diminution dans le 2^{ème} et 3^{ème} stade de lactation avec des taux de $45,95 \pm 0,93$ g/l et $44,30 \pm 1,23$ g/l respectivement (Figure 5). Des résultats similaires ont été obtenus par plusieurs auteurs (Bleck et al., 2009 ; Machioldi et al., 2014) où la teneur en lactose a présenté un pic entre 30 à 60 jours de lactation, puis une diminution constante et régulière sur la suite de la lactation expliquant une corrélation négative entre jours de lactation et teneur en lactose.

En comparaison avec Mayouf (2019), même si les résultats sont similaires, ils ne correspondent pas à l'intervalle de lactose du lait normal donné par Hoden et Coulon (1991), qui est entre 48 et 50 g/l. Cela pourrait permettre de conclure qu'une faible valeur en lactose serait liée au déficit énergétique. Alors on peut dire d'après les résultats obtenus que l'alimentation des vaches dans les trois stades de lactations est plus au moins équilibrée. Tandis que Wolter et al., (2012), signalent que l'influence du régime alimentaire est très modeste quant aux taux de lactose et de minéraux majeurs.

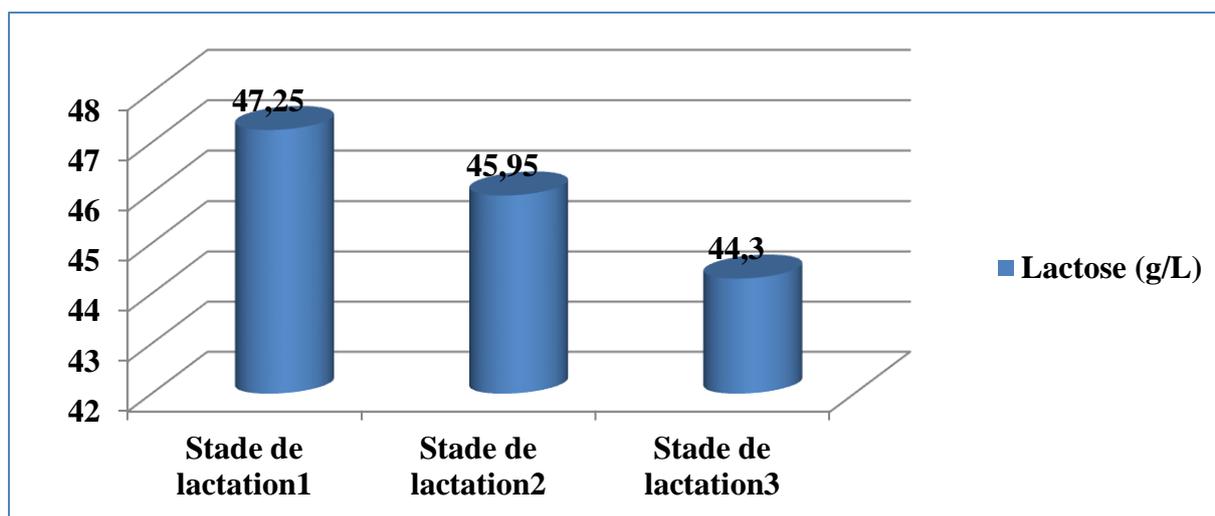


Figure 5: Influence du stade de lactation sur la teneur du lait en lactose

3.2.3 Influence du stade de lactation sur la densité du lait

Ces valeurs de densité du lait se convergent avec la valeur énumérée par **Vierling (2003)**, qui doit être entre 1,028 et 1,034. La densité évolue de manière inversement proportionnelle à celle du TB. Les résultats obtenus montrent une valeur normale chez les vaches en début ($1029,88 \pm 1,25$) et milieu ($1028,77 \pm 0,95$) de lactation par rapport aux vaches à la fin de lactation ($1027,23 \pm 1,05$) (figure 6). La densité dépend de la teneur en matière sèche, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires. Deux facteurs déterminent la densité : la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse.

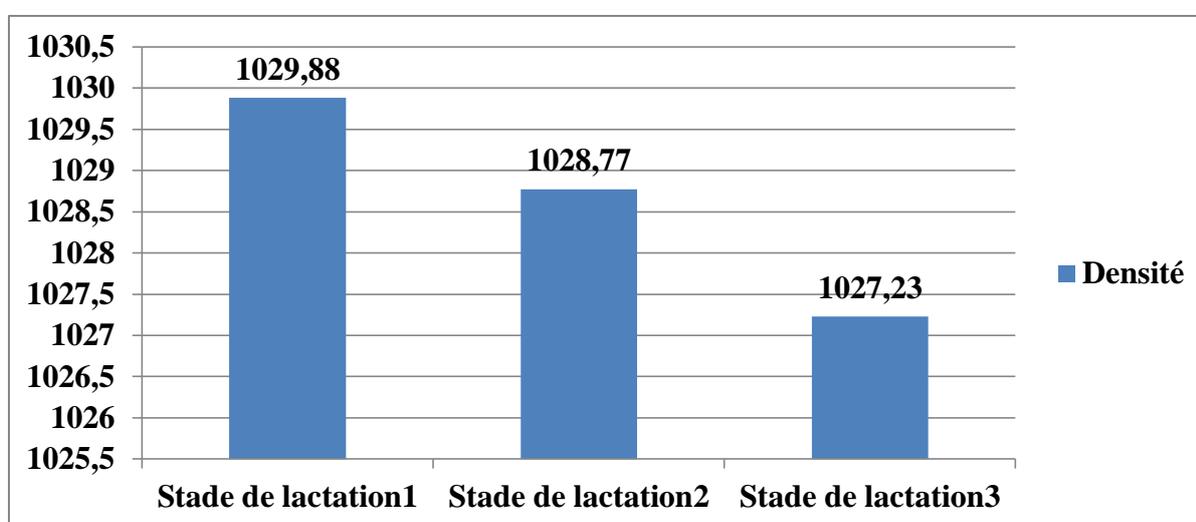


Figure 6: Influence du stade de lactation sur la densité du lait

3.2.4 Influence du stade de lactation sur l'acidité du lait

L'acidité des différents échantillons de laits obtenus par les trois stades de lactation sont situées dans l'intervalle rapporté par **Vignola (2002)**. Il varie de manière significative en fonction du mois de lactation ($p < 0,05$). La valeur de l'acidité du lait a tendance à décroître avec le stade de lactation. En effet le lait semble plus acide au premier stade pour devenir moins acide à la fin de la lactation. La teneur en acidité est supérieure chez les vaches en début de lactation ($17,98 \pm 0,95^{\circ}\text{D}$) comparativement aux vaches en milieu et fin de lactation ($17,12 \pm 0,85^{\circ}\text{D}$; $16,89 \pm 0,66^{\circ}\text{D}$). Des résultats similaires ont été trouvés par **Khelil (2003)**; $20,04^{\circ}\text{D}$, $18,02^{\circ}\text{D}$ et $17,17^{\circ}\text{D}$ respectivement aux 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} stades de lactation. La variation de l'acidité est due à l'apparition de divers acides dont le plus abondant, l'acide lactique. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique, de la manutention du lait (**Labioui, 2009 ; Providence, 2016**).

3.2.5 Influence du stade de lactation sur l'extrait sec dégraissé du lait

Les solides non gras, appelés également extrait sec dégraissé, s'agiraient de tous les solides du lait moins la matière grasse (**Vignola, 2002**). La figure 7, illustre l'évolution de l'ESD en fonction des mois de lactation. La courbe d'évolution de l'extrait sec dégraissé en fonction du stade de lactation indique une légère augmentation significative, dans l'intervalle des valeurs de $81,57 \pm 0,79$ g/l à $86,01 \pm 0,28$ g/l. l'ESD est en début de lactation ($81,57 \pm 0,79$ g/l), puis augmente au milieu ($86,01 \pm 0,28$ g/l), puis diminue au stade final de lactation ($83,81 \pm 0,58$ g/l). Ce résultat peut être expliqué du fait que le TB augmente au fil des mois de lactation. Pour cette raison, l'évolution de l'ESD est inversement proportionnelle à celle du TB.

La valeur de l'ESD du lait se converge avec la valeur énumérée par **Vierling (2008)** qui doit être supérieure à 8,5g/100ml. Par contre les autres valeurs obtenues sont inférieures à la valeur donnée par cet auteur. D'après **Mathieu(1998)**, la quantité de matière sèche dégraissée ne peut être inférieure à 85g/litre; une valeur plus faible laisse supposer que le lait a été mouillé, autrement dit additionner d'eau.

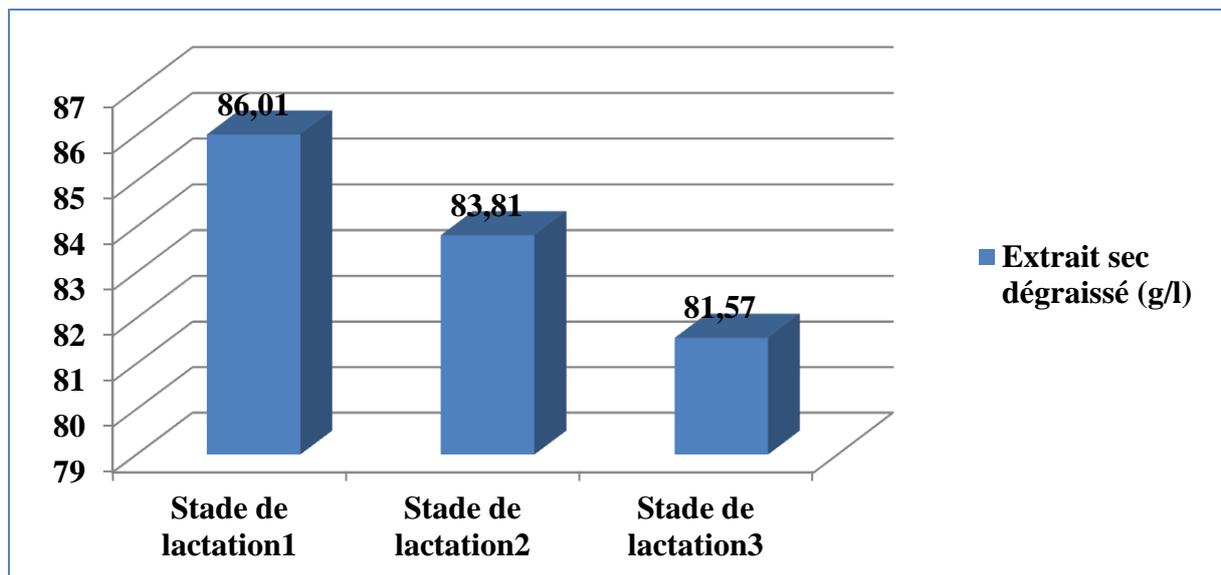


Figure 7: Influence du stade de lactation sur l'extrait sec dégraissé du lait

3.2.6 Influence du stade de lactation sur le point de congélation du lait

Le résultat obtenu permet d'apprécier les fluctuations de point de congélation en fonction du stade de lactation. D'après les résultats obtenus dans notre étude, on remarque qu'il y a une différence significative entre les stades de lactation pour le point de congélation. Il diminue progressivement jusqu'à la fin de la lactation, il est de $(-0,475 \pm 0,027^\circ\text{C})$ au 1^{er} stade de lactation, après on observe une légère diminution dans le 2^{ème} et le 3^{ème} stade de lactation respectivement $(-0,504 \pm 0,012^\circ\text{C})$ et $(-0,512 \pm 0,028^\circ\text{C})$. 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 $-0,530^\circ\text{C}$ à $-0,575^\circ\text{C}$ avec une moyenne de $-0,555^\circ\text{C}$. Un point de congélation supérieur à $-0,530^\circ\text{C}$ permet de soupçonner une addition d'eau au lait.

3.3 Effet de la race sur la composition physico-chimique du lait

La comparaison entre races, indépendamment des autres facteurs de productions, présentée dans le tableau 11 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur l'extrait sec dégraissé, le taux butyreux et le taux protéique, en faveur des vaches de la race Prim'Holstein. La race a également une influence significative ($p < 0,05$) sur la densité du lait. Concernant la teneur du lait en lactose, l'acidité et le point de congélation, ses variations ne sont pas influencées par la race d'après l'analyse statistique effectuée.

Tableau 11: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de la race

Race	Prim'Holstein	Montbéliarde	P
Taux butyreux (g/l)	36,5±0,4	38,53±1,80	**
Taux protéique (g/l)	31,0±0,3	32,5±0,2	*
Lactose (g/l)	46,95±1,53	45,36±1,35	NS
Extrait sec dégraissé (g/l)	81,71±0,77	85,71±0,58	**
Densité	1029,75±1,25	1030,40±1,17	*
Acidité (°D)	17,50±0,65	17,06±0,78	NS
Point de congélation	-0,489±0,026	-0,479±0,16	NS

P : probabilité ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$).

3.3.1 Influence de la race sur l'évolution du TP et TB du lait

La valeur moyenne en matière grasse dans le lait de vache est entre 36-45g/l (Debry,2006) et selon Vierling (1999), la teneur en matière grasse pour un lait de vache situe entre 34-42g/l. Dans notre étude, on remarque que la matière grasse des laits issus des races (Holstein et Montbéliarde) se situe dans l'intervalle de variation. Les races Prim'Holstein et Montbéliarde se distinguent par des laits riches en MG avec des moyennes respectivement de 36,5± 0,4 g/l et 38,53± 1,80 g/l.

La race a un effet hautement significatif sur le taux butyreux (Figure 8). Les valeurs les plus basses ont été enregistrées chez les vaches de race Prim'Holstein (36,5±0,4g/l) et les moyennes les plus importants sont enregistrés chez les vaches de race Montbéliarde (38,53±1,80g/l). Ces résultats montrent une supériorité de la Montbéliarde par rapport à la Prim'Holstein. Cette différence peut s'expliquer selon Cauty(2003) par le facteur génétique ; le lait de la race Prim'Holstein est le plus riche en matière grasse (40,7g/l) suivie de celui de Montbéliarde (38,8g/l) et probablement par la différence de régime alimentaire. En effet, les teneurs en matière grasse chez les vaches de race Prim'Holstein et Montbéliardes sont proches à celles obtenues par Bouamra et al., (2019) dans la région de Mostaganem où la teneur du lait de vache en matière grasse est de 35,5±0,4 g/L et de 38,9±0,3 g/L pour la race Prim'Holstein et Montbéliarde respectivement. Nos résultats sont aussi proche à celles obtenues au Maroc, le taux butyreux par lactation des Holstein a été en moyenne de 37,0 g/L et celui des Montbéliardes a été de 38,1g/L (Boujenane et Aïssa, 2008).

Pour le taux protéique, on remarque une légère différence dans la teneur moyenne en protéine pour le lait des vaches de race Montbéliarde ($32,5 \pm 0,2$ g/l) et la race Prim'Holstein ($31,0 \pm 0,3$ g/l). La valeur de la race Prim'Holstein est inférieure à celle obtenue par **Mahaut et al., (2011)** qui sont entre 32-34g/l, sauf que celle de la race Montbéliarde est compatible. Et selon **Vierling (1999)**, la teneur en protéine dans un litre de lait de vache est comprise entre 31,8 et 38,2g/l tandis que, **Fredot (2012)** estime la teneur moyenne des protéines à 34,4g/l, alors que **Vignola (2002)** évalue la concentration moyenne des protéines à 32g/l. Il a été établi par **Pissavy et Dezendre (2006)** que certaines races sont plus prédisposées que d'autres à produire un lait riche en protéine. **Cauty et al., (2003)** ont rapportés que les teneurs en protéines du lait des vaches Montbéliardes 32,4g/l sont plus élevés que celle des vaches Prim'Holstein 31,5 g/l.

Ces résultats montrent aussi que la qualité physicochimique du lait des vaches importées en Algérie de race Prim'Holstein et Montbéliarde reste non satisfaisante et souvent inférieure à celle obtenue dans leurs pays d'origine qui étaient en moyenne en France de 32,0 (1 572 614 lactations de PH) et 33,1 g/kg (430 186 lactations de Mo) pour le taux protéique et 39,7 (PH) et 38,9 g/kg (Mo) pour le taux butyreux en 2017 (**IDE, 2018**). Ces résultats sont aussi en concordance avec plusieurs études qui ont montré que les facteurs génétiques ont aussi un effet significatif sur le taux protéique.

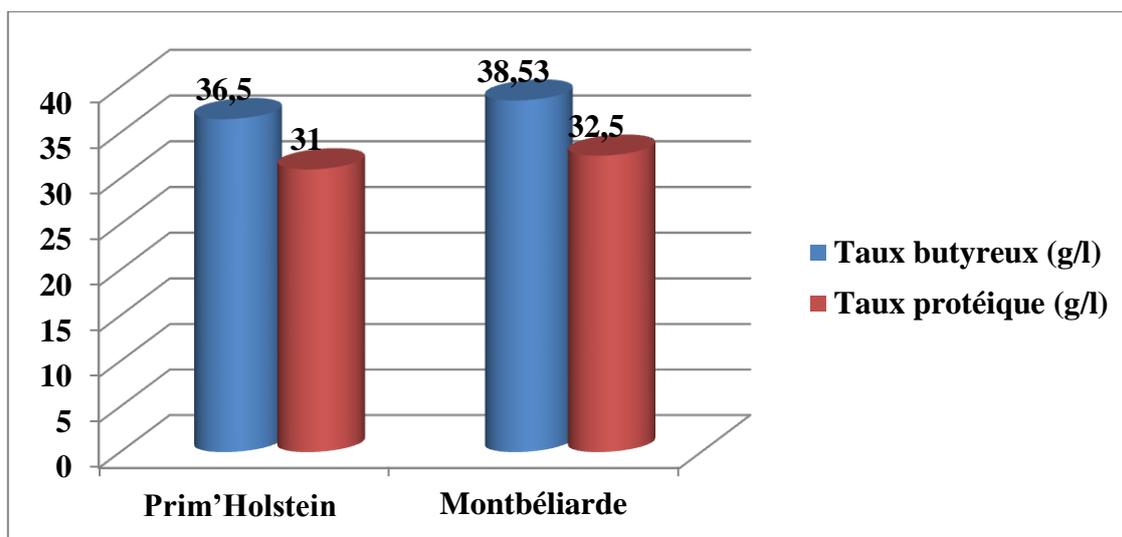


Figure 8: Influence de la race sur l'évolution du TP et TB du lait

3.3.2 Influence de la race sur L'extrait sec dégraissé du lait

Concernant l'extrait sec dégraissé, il représente la somme des composants de lait sauf la matière grasse et l'eau ainsi que la valeur moyenne de l'extrait sec dégraissé est estimé 92g/l (**Alais et al., 2008**). Les résultats montrent qu'il existe une différence significatives ($p < 0,01$) de l'ESD entre le lait de chaque race avec un écart de 4g/l en faveur de Montbéliarde. Cependant, celui de Prim'Holstein est $81,71 \pm 0,77$ g/L. Comparativement avec les valeurs indiqués par **Alais et al., (2008)**, nous constatons que nos résultats sont en désaccord avec les résultats obtenus et ne sont pas dans les normes.

3.3.3 Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait

Pour le paramètre densité, les valeurs obtenues du tableau 11 d'une moyenne et écart-type $1029,75 \pm 1,25$ pour la race Prim'Holstein et $1030,40 \pm 1,17$ pour la race Montbéliarde, d'après **Vignola (2002)**, nos résultats sont en accord avec les valeurs indiqués qui est de 1028 à 1035. Selon **Alais (1984)**, la densité de lait est un paramètre qui varie selon l'espèce, mais aussi au sein d'une même espèce selon deux facteurs principaux: la teneur en matière sèche et le taux butyreux, généralement elle diminue avec l'augmentation de la teneur de matière grasse.

Concernant l'acidité de lait, il est dû principalement à la présence de protéines surtout les caséines et la lactalbumine, des substances minérales telles que le phosphate. On appelle cette acidité l'acidité apparente ou l'acidité naturelle (**Jeantet et al., 2007**). L'acidité de lait est la résultante de l'acidité naturelle et de l'acidité développée (la production de l'acide lactique par la dégradation microbienne de lactose à des températures élevées) (**Alais, 1984**). Selon **Vierling (1999)** l'acidité de lait comprise entre 16 à 18°D.

Les résultats obtenus pour le paramètre acidité montrent qu'il n'y a pas une différence significative entre les valeurs de l'acidité des différents laits étudiés. L'acidité de lait est de $17,50 \pm 0,65$ g/l pour la race Prim'Holstein et de $17,06 \pm 0,78$ g/l pour la race Montbéliarde. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par **Boumrar et Hamza (2019)** et avec les normes **AFNOR, (1986)** (16-18). Ces résultats peuvent être expliqués par le respect de la chaîne de froid nécessaire à garder le lait frais jusqu'à l'arrivée au laboratoire, le respect des conditions d'hygiène pendant la traite, la maîtrise de l'opération et absences des mammites.

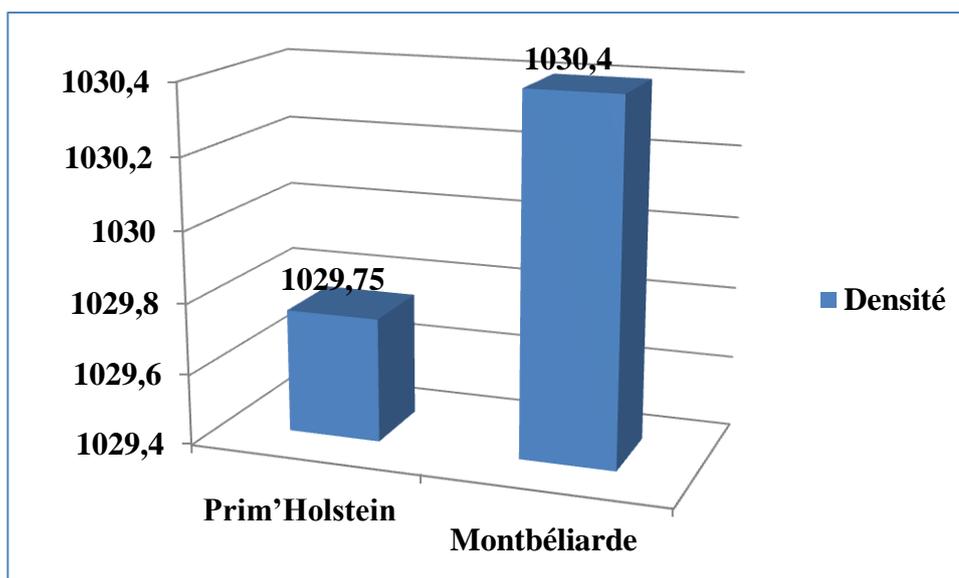


Figure 9: Influence de la race sur la densité du lait

3.3.4 Influence de la race sur le point de congélation du lait

Ce paramètre nous renseigne sur la proportion du mouillage, c'est-à-dire le pourcentage d'eau éventuellement additionné au lait. Le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments constitutifs du lait et par conséquent, une diminution de la matière sèche, de la constante moléculaire du lait et une élévation du point de congélation. Il modifie donc les constantes physico-chimiques du lait.

D'après les résultats de notre travail montrent que les valeurs de point de congélation est de $-0,489 \pm 0,026^{\circ}\text{C}$ pour race Prim'Holstein et de $-0,479 \pm 0,16^{\circ}\text{C}$ pour la race Montbéliarde. Ces résultats sont conformes aux normes **AFNOR, (1986)**: inférieures à $-0,55^{\circ}\text{C}$. Le point de congélation n'est pas une valeur constante, la moyenne se situe à $-0,55^{\circ}\text{C}$, mais il faut tenir compte des légères fluctuations dues aux variations saisonnières, à la race de la vache, à la région de production, etc. Aussi, selon **Alais, (1984)** l'acidification du lait ou l'addition de sels minéraux abaisse le point de congélation.

3.3.5 Influence de la race sur la teneur du lait en lactose

Le lait normal contient de 44 à 45 gramme de lactose hydraté par litre avec une teneur moyenne de 49g /l, c'est le constituant le plus abondant du lait de vache (**Mahaut et al., 2003**). Le lactose est le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides contrairement à la matière grasse qui s'altère plus lentement. Mais le plus important facteur de variation est l'infection de la

mamelle qui réduit la sécrétion du lactose dans le lait. Les résultats enregistrés durant notre étude montrent que la teneur en lactose conforme aux normes **AFNOR 1986**; la race montbéliarde ($45,36 \pm 1,35$ g/l) et la race Prim'Holstein ($46,95 \pm 1,53$ g/l) (figure 10).

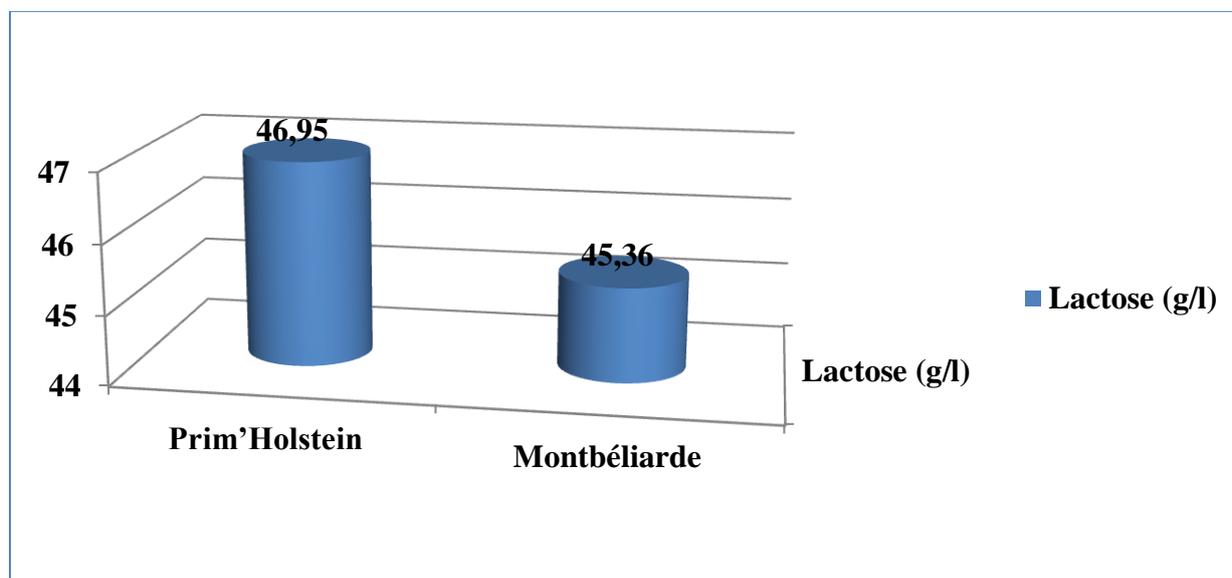


Figure 10: Influence de la race sur la teneur du lait en lactose

3.4 Effet de la parité sur la composition physico-chimique du lait

En plus de l'effet du stade de lactation et la race, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet de la parité sur la composition chimique du lait. À cet effet, des analyses physico-chimiques ont été effectuées et ont porté sur des échantillons de lait prélevés à partir des vaches primipares et des vaches multipares. Les résultats de ces analyses sont regroupés dans le tableau 12. Par ailleurs, l'analyse de variance (ANOVA à 1 facteur) a été appliquée dans le but d'évaluer l'effet de la parité sur les paramètres physico-chimiques du lait. Les résultats de l'analyse de la variance montrent que la parité a un effet significative ($p < 0,05$) sur l'extrait sec dégraissé, le taux protéique et le taux butyreux.

Tableau 12: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de la parité

Parité	Primipares	Multipares	P
Taux butyreux (g/l)	35,5± 0,45	39,33± 1,50	**
Taux protéique (g/l)	31,7±0,8	32,8±0,7	*
Lactose (g/l)	46,15±1,03	44,36±1,75	*
Extrait sec dégraissé (g/l)	80,77±0,77	85,51±0,18	NS
Densité	1029,95±1,15	1029,89±1,17	NS
Acidité (°D)	17,05±0,75	17,8±0,98	NS

P: probabilité ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$).

3.4.1 Influence de la parité sur l'évolution du TP et TB du lait

On observe que les valeurs de la matière grasse et la protéine enregistrées dans notre étude sont significativement ($p < 0,05$) élevés chez les vaches multipares ($39,33 \pm 1,50$ g/l et $32,8 \pm 0,7$ g/l) par rapport aux vaches primipares ($35,5 \pm 0,45$ g/l et $31,7 \pm 0,8$ g/l) (Figure 11). Nos résultats sont compatibles à l'étude de **Bouamra et al., (2019)**. Ainsi, ces résultats concordent avec les travaux de **Legarto et al., (2014)** qui rapportent que les vaches multipares ont des performances différentes des vaches primipares. Les vaches multipares produisent jusqu'à 0,6 g/kg de matières grasses et 0,8 g/kg de protéines de plus que les vaches primipares. Aussi, selon **Brun-Lafleur et al., (2010)**, la TP est généralement plus faible chez les vaches primipares que chez les multipares. Cette différence peut s'expliquer par la difficulté des vaches primipares à mobiliser leurs réserves de protéines puisqu'elles en ont aussi besoin pour leur croissance. Cependant, les variations du TB avec le numéro de lactation peuvent s'expliquer à la fois par des variations corporelles, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu. On peut dire ainsi, qu'il y a une imbrication entre l'âge et le numéro de lactation.

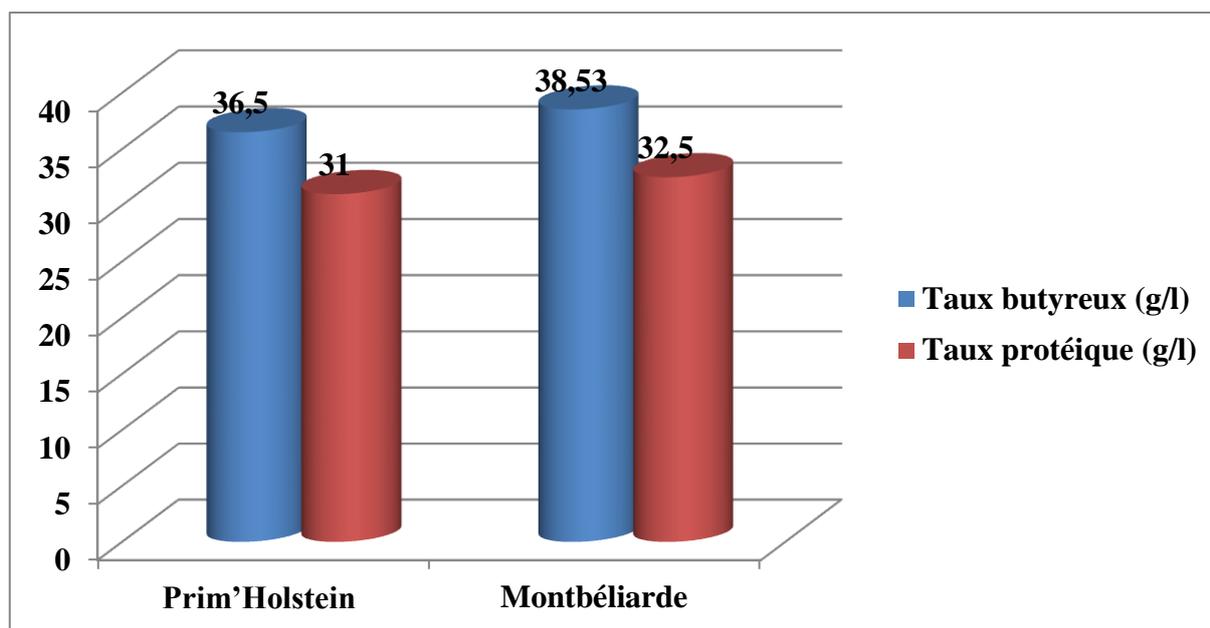


Figure 11: Influence de la parité sur l'évolution du TP et TB du lait

3.4.2 Influence de la parité sur l'acidité et la densité du lai

D'après les résultats obtenus indiqués dans le tableau 12, nous constatons une faible différence entre les densités du lait des vaches étudiées, avec des valeurs de la densité de $1029,95 \pm 1.15$ et $1029,89 \pm 1.17$ respectivement pour les primipares et les multipares, néanmoins le test ANOVA montre que la différence n'est pas significative entre les races étudiées.

L'effet de la parité n'est pas significatif sur l'acidité du lait puisque celle-ci est plus sensible à la conduite de l'élevage, à l'hygiène de la traite et à la santé des animaux. Il faut quand même noter une hausse de l'acidité pour les vaches âgées.

3.4.3 Influence de la parité sur la teneur du lait en lactose

Depuis notre étude, nous remarquons que la valeur du lactose a été diminuée de $46,15 \pm 1,03$ g/l chez les vaches primipares jusqu'à $44,36 \pm 1,75$ g/l chez les vaches multipares. Cela peut montrer que la teneur en lactose diminue avec l'âge et le nombre de lactations (Miglior *et al.*, 2006). Selon certains auteurs Malchiodi *et al.*,(2014) ; Lucy *et al.*,(2009), la concentration en lactose est plus faible de 1,9 à 3,1% entre des vaches multipares par rapport à d'autres primipares (Figure 12).

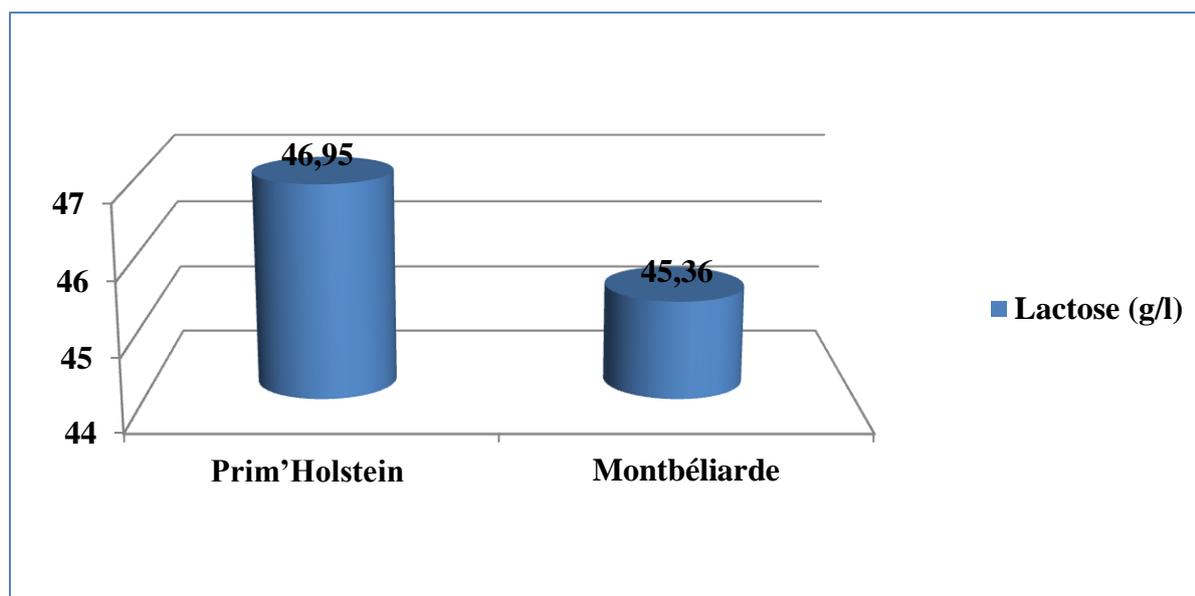


Figure 12: Influence de la parité sur la teneur du lait en lactose

3.5 Effet de l'élevage sur la composition physico-chimique du lait

Afin d'étudier l'effet de l'élevage sur la qualité physico chimique du lait, les résultats d'analyse de lait est groupé pour chaque élevage dans le tableau ci-dessous. L'analyse de variance (ANOVA à un facteur) est appliquée pour rechercher l'existence de différence au niveau des paramètres du lait en fonction de l'élevage. Les résultats obtenus sont récapitulé dans le tableau 13.

Tableau 13: Résultats des différents paramètres du lait en fonction de l'élevage

Élevage	Élevage 1	Élevage 2	Élevage 3	Élevage 4	P
Matières grasses (g/L)	37,2±1,15a	39,20±1,25b	38,7±0,75b	35,78±1,12a	*
Protéines (g/L)	31,2±1,65a	32,2±0,75b	31,7±1,50a	30,78±1,72a	*
Lactose (g/L)	47,15±1,63	46,15±0,23	45,30±1,43	46,35±1,33	NS
Extrait sec dégraissé (g/L)	83,97±0,78	87,81±0,28	82,51±0,58	83,81±0,58	NS
Densité	1028,98±0,85	1029,75±1,15	1028,17±0,75	1027,87±0,44	NS
Acidité (°D)	16,56±0,85	17,38 ±0,95	18,49±0,15	17,06±0,66	NS
Point de congélation	-0,485±0,037	-0,514±0,012	-0,512±0,028	-0,50±0,058	NS

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives P : probabilité ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$).

3.5.1 Effet de l'élevage sur l'évolution du TP et TB du lait

L'analyse de l'effet de l'élevage sur l'évolution du TP et TB du lait analyse montre des différences significatives du taux protéique et taux butyreux d'un élevage à l'autre ($P < 0,05$) (figure 13). Cela explique les écarts considérables du taux butyreux et taux protéiques enregistrés au niveau des différents élevages. Les écarts entre les deux valeurs extrêmes sont de 3,42 g/l pour le TB et 1,42 g/l pour le TP. C'est au niveau des élevages 2 et 3 que l'on retrouve les meilleurs taux de protéines ($32,2 \pm 0,75$ g/L et $31,7 \pm 1,50$ g/L respectivement) et les meilleurs taux butyreux ($39,20 \pm 1,25$ g/l et $38,7 \pm 0,75$ g/l respectivement), par rapport aux autres exploitations. Au niveau des élevages 2 et 4 on observe les plus faibles taux protéiques ($29,9 \pm 0,2$ g/L et $31,0 \pm 0,5$ g/L). Au contraire on remarque les taux butyreux les plus élevés chez ces deux élevages (élevage 2 et élevage 4) avec respectivement $38,5 \pm 0,2$ g/L et $37,9 \pm 0,4$ g/L. Les résultats similaires trouvés au niveau de ces deux exploitations peuvent être expliqués par la conduite d'élevage semblable et la pratique du pâturage qui ont eu un effet significatif sur la richesse du lait en protéines et en matières grasses. **Agabriel et Coulon (1993)** rapportent que la plupart des travaux expérimentaux mettent en évidence une augmentation du taux butyreux à la mise à l'herbe sauf lorsque l'herbe offerte est très jeune et de transition rapide.

Ces fluctuations du taux butyreux et du taux protéique entre les différents élevages sont expliquées par les stratégies de production et de conduite alimentaire adoptées pour chaque élevage. Les faibles taux protéiques enregistrés aux niveaux de l'élevage 1 et 4 sont dus à la mauvaise gestion de la conduite l'élevage et la pauvreté de la ration en énergie (faible quantité de concentré) (**Coulon et Rémond 1991**), et les taux butyreux élevés aux niveaux de l'élevage 2 et 3 peuvent être expliqués par la mobilisation des réserves corporelles des vaches pour combler le déficit énergétique surtout en début de lactation. De plus, la particularité de ces deux élevages c'est leur investissement en fourrage qui explique le taux butyreux élevé de leurs échantillons. Le taux butyreux semble le plus variable, suite à sa très forte corrélation à la teneur en fourrages, à la nature des fibres et des concentrés utilisés dans les rations pour les vaches laitières (**Hoden et al., 1988**). En effet, la matière grasse du lait est produite principalement à partir d'acides gras volatils qui sont eux-mêmes formés à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et des glucides fermentescibles (amidon). En conséquence, plus la fibrosité de la ration est importante, plus la production d'acide acétique est élevée et le taux butyreux dans le lait aussi.

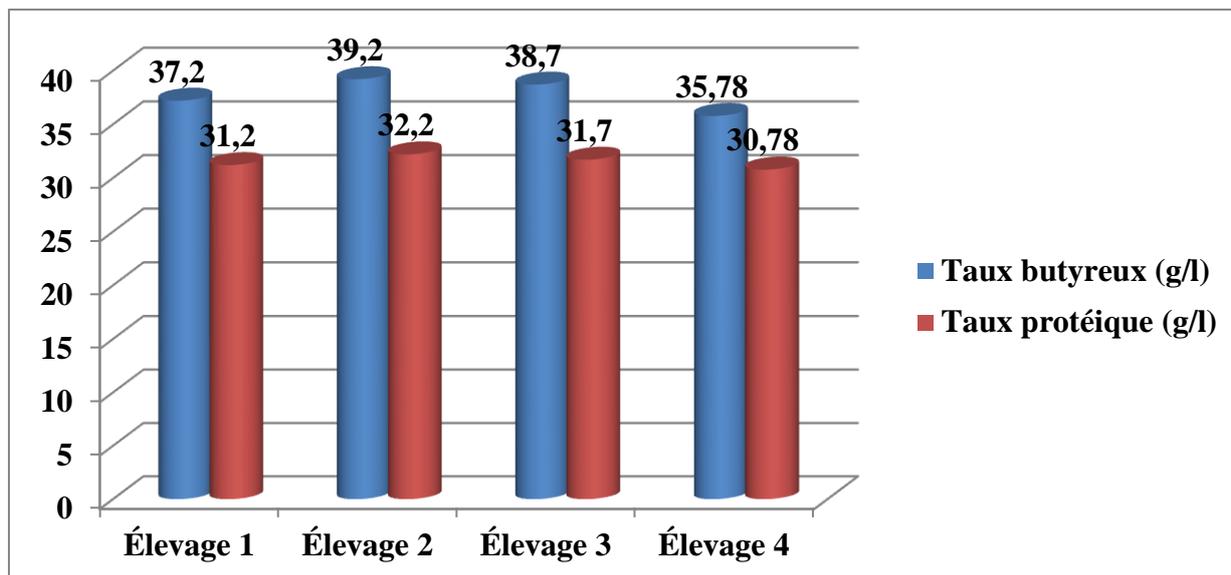


Figure 13 : Effet de l'élevage sur l'évolution du TP et TB du lait

3.5.2 Influence de l'élevage sur l'acidité et la densité du lait

Nos résultats montrent que l'acidité du lait se situe dans l'intervalle des normes (16-18°D) pour tous les élevages suivis. Le lait est légèrement acide dans élevage 3, sa valeur est estimée à $18,49 \pm 0,15^\circ\text{D}$. Cela pourrait être en relation avec la mauvaise hygiène de la traite. Les mamelles étaient mal nettoyées avant la traite, le lait était récolté par une grande machine à traire collective dont le nettoyage se faisait rarement.

Concernant la densité du lait analysé, il n'y a que les élevages 4 qui ne répondent pas aux normes, avec de faibles densités de $1027,87 \pm 0,44$. Cela ne peut être relié qu'au TB élevé observé au niveau de ces exploitations, selon **Mathieu (1997)**, la masse volumique du lait est fonction de sa composition, elle varie avec la teneur en matières sèches dégraissées, certains laits riches en matière grasse ont une masse volumique égale ou inférieure à 1,027.



*CONCLUSIONS ET
RECOMMANDATIONS*

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

À la lumière des résultats obtenus à partir de cette étude accomplie sur l'élevage bovin laitier dans la région d'Ain Témouchent, on peut ressortir que la filière lait dans cette région révèle des évolutions contrastées. En effet, un tel élevage se caractérise par des performances laitières aussi bien quantitatives que qualitatives relativement limitées, du fait qu'il est confronté à des diverses contraintes dont les plus importantes sont liées à la baisse des rendements fourragers et à l'inflation des prix des aliments composés.

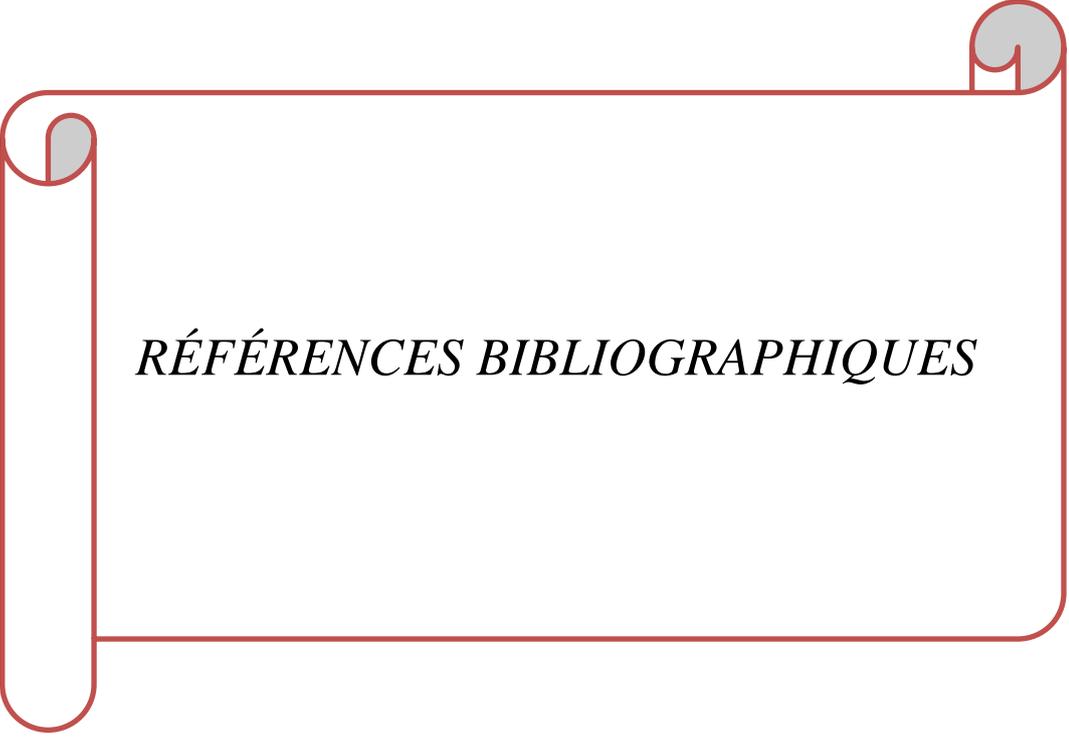
La qualité physico-chimique de laits des vaches importés des races Prim'Holstein et Montbéliarde dans la région d'Ain Témouchent reste souvent non satisfaisante et inférieure à celle obtenue dans leurs pays d'origine. Ces résultats peuvent être expliqués par l'incompatibilité entre le potentiel génétique de la race et le milieu difficile qu'elle subit (stress thermique, conditions d'élevage, rendements fourragers réduits, manque d'aliments composés aux prix élevés, ...). L'interaction génotype et milieu d'élevage devrait faire l'objet d'investigations complémentaires touchant un effectif plus important et d'autres zones de l'Algérie.

Le numéro de lactation et le stade de lactation ont montré un effet significatif sur la qualité physicochimique de lait. Le présent travail a également dévoilé l'effet significatif d'un facteur non génétique qui est le vêlage sur la composition du lait. D'où, il s'avère nécessaire d'homogénéiser les conditions du milieu d'élevage afin que les vaches puissent extérioriser leurs potentialités laitières.

Afin que ce modeste travail puisse être un outil participant dans la rénovation de la filière lait en Algérie, nous recommandons:

- ❖ Rationner les vaches en fonction de leur stade physiologique, en structurant le troupeau laitier en trois lots: en début de lactation, en pleine lactation et tarées.
- ❖ Accorder une importance majeure à l'alimentation en vert par la prévision de l'association de plusieurs espèces fourragères (graminée et légumineuse) pour constituer des rations équilibrées permettant de satisfaire les besoins des animaux.
- ❖ La politique d'amélioration génétique doit être accompagnée par l'encouragement à l'augmentation de la production fourragère.
- ❖ Un encadrement des éleveurs par un système de crédit efficient et des actions de vulgarisation dans un domaine où, précisément, le professionnalisme est exigé, en raison de la complexité de l'activité.

- ❖ Instauration d'un système de payement sur la qualité de lait et l'invention d'un contrat d'incitation à la qualité. L'objectif de ce contrat est d'encourager l'adhérent producteur du lait à produire un lait d'une très bonne qualité physicochimique et bactériologique en lui accordant des primes.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboutayeb, R. (2009)** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- AFNOR (2001)** Lait: Détermination de la teneur en matière grasse, Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, décembre 2001, 21 p.
- AFNOR (Association Française de Normalisation) 1980.** Lait: Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, In AFNOR (Ed.), Recueil de normes françaises. Laits et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris: Normalisation française, p. 33-34.
- Agabriel, C., Coulon, J.B., Marty, G. et Cheneau, N. (1990).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache dans des exploitations du Puy-deDrome. INRA Prod, Anim. 3 (53).137-150.
- Agabriel, C., Coulon, J.B., Marty, G. et Bonaïti, B. (1993).** Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production. INRA Prod.Anim., 6(1), 53-60.
- Alais, C. (1984).** Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition, Ed publicité France. PP 431-432.
- Alais. (1984).** La micelle de caséine et la coagulation du lait. In: Science du lait. Principes des techniques laitières : Edition Sepaic Paris, 4e Edition, 723-764.
- Amariglio, S. (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers: analyses physiques et chimiques. 3ème éd. Paris: ITSV. 1030p
- Amiote, J., Fournier, F., Lebeuf, Y., Paquin, P. et Simpson, R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait, in « science et technologie du lait ». Presses Internationales, Montréal, 1-73.]
- Amoït, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R. et Turgeon, H. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait IN VIGNOLA C.L, science et technologie du lait–transformation du lait, école polytechnique de Montréal, ISBN: 3-25-29(600 pages).
- Araba, A. (2006).** Conduite alimentaire de la vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat N° 136.
- Auldist, M., Coats, S., Rogers, G. et McDowell, G. (1995).** Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. Aust. J. Exp. Agric. 35:427.
- Balandraud, N., Mosnier, C. L., Delaby, F., Dubief, J. P., Goron, B., Martin, D., Pomies. et Cassard, A., 2019.** Holstein ou Montbéliarde : des différences phénotypiques aux conséquences économiques à l'échelle de l'exploitation. INRA Prod. Anim. 31:337–352.
- Barash, H., Silanikove, N., Shamay, A. et Ezra, E. (2001).** Interrelationships among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. J.Dairy Sci. 84, p.p.2314-2320.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bassabasi, M., Hirri, A. et Oussama, A., (2013).** Caractérisation physico chimique du lait cru dans la région de Tadla-Kalaa au Maroc: Application de l'analyse exploratoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol2 N° 4 Apr. 2013, pp. 512-517.
- Bauman, D.E., McGuire, M.A. et Harvatine, K.J. (2011).** Mammary gland, milk biosynthesis and secretion: Milk fat. Pages 352-358 in *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2 nd ed. J.W. Fuquay, P.F. Fox and L.H McSweenet, ed. Academic Press, San Diego, CA.
- Berthelot, V. (2018).** Alimentation Des Animaux Et Qualité De Leurs Produits. Editions TEC & DOC. Agriculture d'Aujourd'hui, Lavoisier. Paris.
- Bleck, G.T., Wheeler, M.B., Hansen, L.B., Chester-Jones, H. et Miller, D.J. (2009).** Lactose synthase components in milk: concentrations of α -lactalbumin and β 1,4-galactosyltransferase in milk of cows from several breeds at various stages of lactation *Reprod. Dom. Anim.*, 44, 241-247.
- Bony, J., Contamin, V., Gousseff, M., Metais, J., Tillard, E., Juanes, X., Decruyenaere, V. et Coulon, J.B. (2005).** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. *INRA Prod. Anim.*, 18 (4), 255-263. Courriel : bony@cirad.fr.
- Bouamra, M., Doubbi Bounaoua, L., Si Djilali, M. et Ghozlane, F. (2019).** Qualité physicochimique du lait de vaches Prim'Holsteins et Montbéliardes dans l'Ouest algérien. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 31, Article #28. Retrieved May 10, 2022,
- Boubezari, M.T. (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en médecine vétérinaire, Université Mentouri, Constantine.124p.
- Boubezari, M.T. (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en médecine vétérinaire, Université Mentouri, Constantine.124p
- Boujenane, I. (2003).** Programme national de transfert de technologie en agriculture(PNTTA).Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc.
- Bousbia., Boudalia, S., Gueroui, Y., Belaize, B., Meguelati, S., Amrouchi, M., Ghebache, R., Belkheir, B. et Benidir, M. (2018).** Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria. *Asian J. Dairy & Food Res*, DR-123[1-5].
- Bousselmi, K., Djemali, M., Bedhief, S. et Ethamrouni, A. (2010)** Facteurs de variation des taux de matière grasse et protéique du lait de vache de race Holstein en Tunisie. *Rencontres Recherches Ruminants*
- Boutry, A., Martin, B., Botreau, R. et Laurent, C. (2014).** Prediction of bulk milk protein and fat content based on herd characteristics and farming practices. *Rencontre Recherche Ruminants* 21:396
- Bouzidi, A., Khatir, M., Bouzidi, H. et Mahdeb, N. (2012).** Evaluation de la qualité du lait de vaches à partir de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement dans la région de Sétif (Est-Algérie). *ScienceLib Editions Mersenne: Volume 4, n° 120119, ISSN: 2111-4706.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brulé, G., Jeantet, R. et Croguennec, T. (2008).** Fondement physicochimique de la technologie laitière. Rennes, Lavoisier, 160p.
- Capper, J.L., Cady, R.A. (2012).** A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *J. Dairy Sci.* 95:165–176.
- Carole L. et Vignola. (2002).** science et technologie du lait P349.
- Cauty, I. et Perreau, J.M. (2003).** La conduite du troupeau laitier. Paris, France agricole. 288p.
- Charron, G. (1988).** Conduite techniques et économique troupeau. Vol. 2, Ed. Lavoisier Paris. 292P (29-31).
- Chilliard, Y. (2006).** Alimentation des ruminants et composition en acides gras de leur lait : quelle plasticité des différents isomères trans du C18:1 et du C18:2 ? *Sci. Aliments* 26:475-479.
- Cienfuegos-Rivas, E., Blake, R., Oltenacu, P. et Castillo-Juarez, H. (2006).** Fertility responses of Mexican Holstein cows to US sire selection. *Journal of dairy science*, Volume 89(7).
- Çilek, S. (2009)** Milk yield traits of Holstein cows raised at Polatli state farm in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, Volume 8 (1), article 6.10.
- Coilliot J.E., (1989).** Possibilité d'enrichissement des aliments en protéines. *Bull. Tech. GIV.89-3-TE-081.*
- Cooper, J.B. et Hargove, G.L. (1982).** Age and month of calving adjustments of Holstein protein, milk and fat lactation yield. *J. Dairy Sci.* 65, p.p. 1673-1678.
- Coulon J.-B., Hurtaud, C., Rémond, B. et Vérit, R. (1998).** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11 (4), 299-310.
- Coulon J.B. et Hoden A. (1991).** Maitrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, pp: 361-367.
- Coulon, J.B. 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4), 303-309.
- Coulon, J.B., Pradel, P. et Verdier, I., (1997).** Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. *Ann.Zootechni.*, (46), 21-26.
- Coulon, J.B., Verdier, I., Pradel, P. et Almena, M. (1998).** Effect of lactation stage on the cheese making properties of milk and the quality of Saint-Nectaire type cheese. *J. Dairy Res.*, n° 65, p.p. 295-305.
- Coulon, J.B. et Remond, B. 1991.** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Prod, Anim.*, 4(1), 49-56.
- Couvreur, S. et Hurtaud, C. (2007).** Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation 14.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dalgleish, D.G. et Corredig, M. (2012).** The Structure of the Casein Micelle of Milk and Its Changes During Processing. *Annual Review of Food Science and Technology* 3:449–467.
- Darej, C., M’hamdi, N., Attia, K., Hamzaoui, S., M’hamdi, H., Mrabet, K. et Bouraoui, R. (2019).** Effets des pratiques d’élevage sur le bien-être animal et la qualité du lait chez la vache Holstein en Tunisie. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 65(2), 4066-4076.
- Delaby, L., Peyraud, J.L. et Delagarde, R. (2003).** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? *INRA Prod. Anim.*, 16 (3), 183-195.
- Dubreuil, L. (2000).** Système de ventilation d’été. Ministère d’agriculture des pêcheries et de l’alimentation. Québec., [http : www.agr.gouv.qc.ca](http://www.agr.gouv.qc.ca).
- Ennuyer, M. et Laumonnier, G. (2013)** VADE-MECUM de gestion de l’élevage bovin laitier Editions MED’COM, Paris, 478p.
- FAO / OMS. (2000).** Codex Alimentarius : lait et produits laitiers. Edition.: 2. FAO-OMS, Rome, 136 p.
- FAO. (2010).** Status and Prospects for Smallholder Milk Production A Global Perspective. 186p.
- Farrell, H.M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G.T., Brown, E.M., Butler, J.E., Creamer, L.K., Hicks, C.L., Hollar, C.M., Ng-Kwai-Hang, K.F. et Swaisgood, H.E. (2004).** Nomenclature of the Proteins of Cows’ Milk-Sixth Revision. *Journal of Dairy Science* 87:1641–1674.
- Fauquant, C., Briard-Bion, V., Leconte, N., Guichardant, M., et Michalski, M.C. (2007).** Membrane phospholipids and sterols in microfiltered milk fat globules. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109:1167–1173.
- Fayolle, L. (2015).** Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière. Thèse de doctorat: sciences vétérinaires. Lyon: Campus vétérinaire de Lyon, 2015, 141 p.
- Forsbäck, L., Lindmark-Månsson, H., Andrén, A., Åkerstedt, M., Andrée, L., et Svennersten-Sjaunja, K. (2010).** Day-to-day variation in milk yield and milk composition at the udder-quarter level. *J. Dairy Sci.* 93:3569-3577.
- Fox, P.F. (2003).** Milk proteins: general and historical aspects. In: *Advanced Dairy Chemistry, Volume 1: Proteins*, 3rd edn (eds P.F. Fox & P.L.H. McSweeney), pp. 1–48, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments- Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 10 p.-34 (397pages).
- FREDOT, E. (2006)** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 25 (397 pages).
- Fusch, G., Choi, A., Rochow, N. et Fusch, C. (2011)** Quantification of lactose content in human and cow’s milk using UPLC-tandem mass spectrometry *Journal of Chromatography B*, 879, 3579-3762

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Gaucher, I. (2008).** Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits: de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT, thèse INRA / Agrocampus Sci. Tech. Lait et œuf .agrocampus Rennes.
- Georgiev, I.P. (2008).** Differences in chemical composition between cow colostrum and milk . Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 11, No 1, 3–12
- Gille, D. et Schmid, A. (2015).** Vitamin B12 in meat and dairy products. *Nutr Rev* 73:106–115.
- Goucheron. (2004).** Minéraux et produits laitiers tec et doc, Lavoisier : 783 (922 pages).
- Goursaud, J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans laits et produits laitiers vaches, brebis, chèvre. Ed .tec & Doc Lavoisier .Paris. P50-150.
- Hafeez, Z., Cakir-Kiefer, C., Roux, E., Perrin, C., Miclo, L. et Dary-Mourot, A. (2014).** Strategies of producing bioactive peptides from milk proteins to functionalize fermented milk products. *Food Research International* 63:71–80.
- Hamama, A. (1996).** Hygiène du lait à la production. Rabat : proceeding de la journée sur la qualité du lait organisée par la direction de l'élevage, institut Agronomique et vétérinaire Hassan 2 et l'association nationale des éleveurs de bovins. 9-12.
- Hammami, H., Rekik, B. et Gengler, N. (2009).** Genotype by environment interaction in dairy cattle. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, volume 13(1).
- Heck, J.M.L., van Valenberg, H.J.F., Dijkstra, J. et van Hooijdonk, A.C.M. (2009).** Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.* 92:4745-4755.
- Hoden, A. et Coulon, J.B. (1991).** Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod, Anim*, 4(5), 361-367.
- Hoden,A. (1987).** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. *Bull. Tech. CRZV.Theix*, Ed. INRA, Pp (67) 35-62.
- Houchati, A., Aloulou, R. et M'Sadak, Y. (2016).** Caractérisations quantitative et qualitative des performances laitières des troupeaux bovins menés en hors sol dans une zone littorale semi-aride(Tunisie). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 4 (3):78-85.
- Huppertz,T. et Kelly, A.L. (2009).** Properties and Constituents of Cow's Milk In: TAMIME A.Y. (eds). *Milk Processing and Quality Management* Wiley-Blackwell, Chichester UK, Malden MA, 23-47
- Hurtaud, C., Agabriel, C., Dutreuil, M. et Rouille, B. (2010).** Characterization of milk composition regarding feeding systems in various dairy areas in France. *Rencontre Recherche Ruminants* 17:381-384.
- J.O.R.A n°069 du 18 aout 1993.** Section I et section III. PP 16.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Jane Homan, E. et Michel Wattiaux, A. (1996).** Guide Technique Laitier. Lactation et Récolte du Lait. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier Programme International d'Agriculture Université du Wisconsin à Madison, USA. 19, 21 p.
- Jean, C. et Dijon, C. (1993)** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- Jeantet, R., Crguennect., schuck, P. et Brule, G. (2007).** Science des aliments technologie des produits alimentaires tec et doc, lavoisier: 17(456 pages).
- Jeantet, R., Croguennec, T., Garric, G. et Brule, G. (2017).** Initiation à La Technologie Fromagère. 2^{ème} Ed., Editions TEC & DOC, Lavoisier, Paris. 209p.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P. et Brule, G. (2008)** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. et Brule, G., (2007).** Science des aliments: biochimie, microbiologie, procédés, produits. Paris, Lavoisier, 457p.
- Jemila, G. et Achenef, M., (2012).** Effect of Lactation Stage, Pregnancy, Parity and Age on Yield and Major Components of Raw Milk in Bred Cross Holstein Friesian Cows. World Journal of Dairy & Food Sciences 7 (2): 146-149, 2012.
- Jenkins, T.C., et McGuire, M.A. (2006).** Major Advances in Nutrition: Impact on Milk Composition. Journal of Dairy Science 89:1302–1310.
- Jenkins, T.C., et McGuire, M.A. (2006).** Major advances in nutrition: Impact on milk composition. J. Dairy Sci. 89:1302-1310.
- Jensen, R.G. (2002).** The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. Journal of Dairy Science 85:295–350.
- Journet, M. et Chilliard, Y. (1985).** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 1. Taux butyreux: facteurs généraux. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 60, 12-23.
- Kamoun, M. (2011).** Caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du lait, Rapport IRESA.
- Kaouche-Adjlane Soumeiya. (2019).** Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière. Revue Bibliographique. Revue Agriculture. 10(1): 43-54.
- Kaouche-Adjlane, S. et Mati, A. (2017).** Effets des pratiques d'élevage sur la variation de la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru dans la région médioseptentrionale d'Algérie. Revue Méd. Vét., 168 (7-9):151-163.
- Kelsey, J.A., Corl, B.A., Collier, R.J. et Bauman, D.E. (2003).** The Effect of Breed, Parity, and Stage of Lactation on Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Milk Fat from Dairy Cows1. Journal of Dairy Science 86:2588–2597.
- Khalifa, M., Hamrouni, A. et Djemali, M. (2017).** Courbes de lactation des caractères laitiers selon la saison de vêlage chez les vaches laitières Frisonne-Holstein en Tunisie. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 48(5), 2929-2938.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Kontopidis, G., Holt, C., et Sawyer, L. (2004).** Invited Review: β -Lactoglobulin: Binding Properties, Structure, and Function. *Journal of Dairy Science* 87:785–796.
- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E.H. et Ouhssine, M. (2009)** Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16
- Larbaletrier, A. (2015).** *Traité Pratique De La Laiterie. Lait, crème, beurre, fromages.* Edition MAXTOR. Paris.266p.
- Larsen, T. (2015).** Fluorometric determination of free glucose and glucose 6-phosphate in cows' milk and other opaque matrices. *Food Chem* 166:283–286.
- Larsen, T. et Moyes, K.M. (2015).** Are free glucose and glucose-6-phosphate in milk indicators of specific physiological states in the cow? *Animal* 9:86–93.
- Le Maréchal, C., Thiéry, R., Vautor, E. et Le Loir, Y. (2011).** Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products-a review. *Dairy Sci. Technol.* 91:247- 282. <http://dx.doi.org/10.1007/s13594-011-0009-6>.
- Lecoq, R. (1965).** *Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles 2.* Doin, Paris.
- Legarto, J., Gelé, M., Ferlay, A., Hurtaud, C., Lagriffoul, G., Palhière, I., Peyraud, J.L., Rouillé, B. et Brunschwig, P. (2014).** Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge. *Institut National de la Recherche Agronomique-France (INRA), Productions Animales*27 (4), 269-282.
- Legarto, J., Gelé, M., Ferlay, A., Hurtaud, C., Lagriffoul, G., Palhière, I., Peyraud, J.L., Rouillé, B. et Brunschwig, P. (2014).** Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge. *Institut National de la Recherche Agronomique-France (INRA), Productions Animales*27 (4), 269-282.
- Léonil, J., Michalski, M.C. et Martin, P. (2013).** Les structures supramoléculaires du lait : structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras. *INRA Prod. Anim.* 26:129–144.
- Leymarios, F.C. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation, thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort. Paris, France, p15.
- Leymarios, F.C. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation, thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort. Paris, France, p15.
- Lopez, C. (2011).** Milk fat globules enveloped by their biological membrane: Unique colloidal assemblies with a specific composition and structure. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 16:391–404.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Løvendahl, P. et Chagunda, M.G.G. (2011).** Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *J. Dairy Sci.* 94:5381–5392.
- Lucy, M.C., Verkerk, G.A., Whyte, B.E., Macdonald, K.A., Burton, L., Cursons, R.T., Roche J.R. et Holmes, C.W. (2009).** Somatotropic axis components and nutrient partitioning in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system *J. Dairy Sci.*, 92, 526-539.
- Macheboeuf, J.B., Coulon, J.B. et D'Hour, P. (1993).** Aptitude à la coagulation du lait de vache: influence de la race, des variant génétiques des lactoprotéines du lait, de l'alimentation et numéro de lactation. *INRA. Pro. Anim.*, Vol 4.n °5, p.p. 333-334.
- Machioldi, F., Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat-Gotet, C. et Bittante, G. (2014).** Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first and second generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls *J. Dairy Sci.*, 97, 4530-4541.
- Machioldi, F., Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat-Gotet, C. et Bittante, G. (2014).** Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first- and second generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls *J. Dairy Sci.*, 97, 4530-4541.
- Mahaut, M., Jeantet, R. et Brule, G. (2003).** Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation Lavoisier, Paris, 194 p.
- Martin, B., Pradel, P. et Verdier-Metz, I. (2000).** Effet de la race (Holstein/Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Rum.* 307-317.
- Martin, P., Szymanowska, M., Zwierzchowski, L. et Leroux, C. (2002).** The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reprod. Nutr. Dev.* 42:433–459.
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K.N. et Boukhris, R. (2017).** Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development* 29 (11) 2017.
- Mathieu, J. (1999).** Initiation à la physicochimie du lait. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p (3-190).
- Mayouf, L. (2019).** Effet du stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait de vache holstein dans la région de M'Sila ; page 38.
- Meyer, C. et Denis, J.P. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Ed: Cirad, 314P.
- Miglior, F., Sewalem, A., Jamrozik, J., Lefebvre, D.M. et Moore, R.K. (2006).** Analysis of milk urea nitrogen and lactose and their effect on longevity in Canadian dairy cattle *J. Dairy Sci.*, 89, 4886-4894.
- Miranda, G., Bianchi, L., Krupova, Z., Trossat, P. et Martin, P. (2020).** An improved LC-MS method to profile molecular diversity and quantify the six main bovine milk proteins, including genetic and splicing variants as well as post-translationally modified isoforms. *Food Chemistry: X* 5:100080.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Missanjo, E., Imbayarwo-Chikosi, V. et Halimani, T. (2013).** Estimation of Genetic and Phenotypic Parameters for Production Traits and Somatic Cell Count for Jersey Dairy Cattle in Zimbabwe. Hindawi Publishing Corporation. ISRN Veterinary Science 1-5.
- Nagpal, R., Behare, P., Rana, R., Kumar, A., Kumar, M., Arora, S., Morotta, F., Jain, S. et Yadav, H. (2011).** Bioactive peptides derived from milk proteins and their health beneficial potentials: an update. *Food & Function* 2:18–27.
- Neville, M.C., Zhang, P. et Allen, J.C. (1995).** Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : Jensen RG. Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego, 577-592.
- Neville, MC. et Jensen, RG. (1995).** the physical properties of human and bovine milks. In:
- Nistor, E., Bampidis, V., Matiuti, M., Pentea, M., Pet, L. et Ciolac, V. (2011).** Estimates of Phenotypic Parameters for Milk Production Traits in Romanian Black Spotted Breed Dairy Cows. *Animal Science and Biotechnologies*.44 (1): 316-319.
- Noblet, B. (2012).** Le lait: produits, composition et consommation en France. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 47(5), pp. 242-249
- Olechnowicz, J. et Ja, D.M. (2010).** Impact of clinical lameness, calving season, parity, and month of lactation on milk, fat, protein, and lactose yields during early lactation of dairy cows 6.
- Olechnowicz, J. et Jędrzej .M. Jaśkowski. (2010).** Impact of clinical lameness, calving season, parity, and month of lactation on milk, fat, protein, and lactose yields during early lactation of dairy cows . *Bull Vet Inst Pulawy* 54, 605-610,
- Ouchene-Khelifi, N.A., Lafri, M., Ferrouk, M. et Ouchene, N. (2017)** Physicochemical analysis of raw milk of Prim'holstein cows in the region of Mitidja in Algeria. *Livestock Research for Rural Development* 29 (6).
- Pereira, P.C. (2014).** Milk composition and its role in human health *Nutrition*, 30, 619 627.
- Perreau, J.M. (2014).** Conduire son troupeau de vaches laitières. 2ème éd. Agri Production France Agricole., France.
- Pires, J.A.A., Chilliard, Y., Delavaud, C., Rouel, J., Pomiès, D. et Blanc, F. (2015).** Physiological adaptations and ovarian cyclicity of Holstein and Montbéliarde cows under two low-input production systems. *Animal* 9:1986–1995.
- Pointurier, H. (2003)** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).
- Pomiès, D., Martin, B., Chilliard, Y., Pradel, P. et Rémond, B. (2007).** Once-a-day milking of Holstein and Montbéliarde cows for 7 weeks in mid-lactation. *Animal* 1.
- Pougheon, S. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale vétérinaire Toulouse, France : 34(102 pages).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Pougheon, S. et Goursaud, J. (2007).** Le lait: caractéristiques physicochimiques. In: Debry G., Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation-Lavoisier, Paris, 566p.
- Pougheon, S., et Goursaud, J., (2001).** « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques», In : DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.
- Quist, M.A., LeBlanc, S. J., Hand, K. J., Lazenby, D., Miglior, F. et Kelton, D. F. (2008).** Milking-to-milking variability for milk yield, fat and protein percentage, and somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 91:3412-3423.
- Reinhardt, T.A. et Lippolis, J.D. (2008).** Developmental Changes in the Milk Fat Globule Membrane Proteome During the Transition from Colostrum to Milk1. *Journal of Dairy Science* 91:2307–2318.
- Rekik, B., Bouraoui, R., Ben Gara, A., Hammami, H., Hmissi, M. et Rouissi, H. (2009).** Milk production of imported heifers and Tunisian born Holstein Cows. *American Eurasian Journal of Agronomy.* 2(1): 36-42.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., Basilio, V., Gourdine, J.L., et Collier, R. J. (2012).** Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal.* 6:707-728.
- Roca-Fernandez, A.I. (2014)** Animal factors condition milk performance and quality of grazing dairy cows *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(1), 1-20.
- Rode, L. 2006.** Formulating dairy cow diets for milk composition. in Proc. 41st Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf. Vancouver, BC, Canada.
- Rulquin, H., Hurtaud, C., Lemosquet, S., et Peyraud, J.L. (2007).** Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. *INRA Prod. Anim.* 20:163-176.
- Sandra, I. A. S. P. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat: sciences vétérinaires. Toulouse: Ecole nationale vétérinaire, 2001, 102p.
- Scholtz, M., Furstenburg, D., Maiwashe, A., Makgahlela, M., Theron, H. et Van-der-Westhuizen, J. (2010).** Environmental-genotype responses in livestock to global warming: A Southern African perspective. *South African Journal of Animal Science*, Volume 40 (5).
- Seegers, H., Fourichon, C. et Beaudeau, F. (2003).** Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34:475-491.
- Serieys, F. (2015).** Le Tariessement Des Vaches Laitières. Une période clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. 2ème Ed., Editions France Agricole. Paris.
- Siboukeur, O.K. (2007).** Etude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université INA ElHarrach-Alger, 45 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Sraïri, M.T., Benhouda, H., Kuper, M. et Le Gal .P.Y. (2009).** Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 41: 259-272.
- Stoop, W.M., Bovenhuis, H., Heck, J.M.L. et. van Arendonk, J.A.M. (2009).** Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 92:1469–1478.
- Sutton, J. D. (1989).** Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72, 2801-2814.
- Tamime, Y.A. (2009).** Milk processing and quality management. Blackwell Publishing L.td. ISBN: 978-1-405-14530-5.
- Tao, N., DePeters, E.J., Freeman, S., German, J.B., R. Grimm, et Lebrilla, C.B. (2008).** Bovine Milk Glycome. *Journal of Dairy Science* 91:3768–3778.
- Tasci. F. (2011).** Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur. *J. Anim. Vet. Adv.*, 10 (5): 635-641
- Varga, G.A. et Ishler, V. A. (2007).** Managing nutrition for optimal milk components. Pages 1-14 in *Proc. Western Dairy Manag. Conf. Reno, NV.*
- Vierling. (2003).** Aliments et boissons-filière et produits, 2ème ED, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine: 11(270 pages).
- Vignola, C.L (2002).** Science et technologie du lait-transformation du lait, École Polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).
- Walker, G.P., Dunshea, F.R. et Doyle, P.T. (2004).** Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: A review. *Aust. J. Agric. Res.* 55, 1009-1028.
- Weinborn, V., Li, Y., Shah, I.M., Yu, H., Dallas, D.C., German, J.B., Mills, D.A., Chen, X. et Barile, D. (2020).** Production of functional mimics of human milk oligosaccharides by enzymatic glycosylation of bovine milk oligosaccharides. *International Dairy Journal* 102:104583.
- West, J.W. (2003).** Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131-2144.
- Zimet, P. et Livney, Y.D. (2009).** Beta-lactoglobulin and its nanocomplexes with pectin as vehicles for ω -3 polyunsaturated fatty acids. *Food Hydrocolloids* 23:1120–1126.
- Zivkovic, A.M., et Barile, D. (2011).** Bovine Milk as a Source of Functional Oligosaccharides for Improving Human Health. *Adv Nutr* 2:284–289.

يحتل قطاع الألبان مكانة مهمة في العالم من حيث مساهمته في احتلال الأراضي الزراعية وفي فرص العمل وفي تكوين الثروة. يركز بحثنا على تقييم الجودة الفيزيوكيميائية لحليب البقرة وتأثيرات بعض العوامل عليه. تحصلنا على النتائج المدروسة من خلال فحص شهري ل 150 عينة من الحليب (حلب 75 بقرة صباحا و مساء) التي درسناها في اربع مزارع و تم تحليل البيانات باستخدام إجراء GLM. تُظهر النتائج أن الجودة الفيزيوكيميائية للحليب منخفضة نسبياً مع وجود اختلافات في العوامل المؤثرة. نلاحظ ان نسبة البروتين و الدهون في الحليب قدرا ب $31,2 \pm 1,53$ غ/ل و $37,31 \pm 0,94$ غ/ل على التوالي. و من جهة اخرى، بلغت حموضة الحليب، كثافته ومحتوياته من اللاكتوز $17,32 \pm 0,78^\circ\text{D}$ ، $1030,01 \pm 1,85$ و $46,31 \pm 2,503$ غ/ل على التوالي. و منه استنتجنا ان لفصيلة البقر، تربيتها، الإنجاب و مرحلة الرضاعة لها تأثير على الجودة الفيزيوكيميائية للحليب ($p < 0.05$). نرى ان دراسات تفاعل النمط الجيني x البيئة تستحق المتابعة.

Résumé

La filière laitière occupe une place importante à l'échelle mondiale, en termes de contribution à l'occupation des surfaces agricoles, aux emplois et à la création de richesse. L'objectif de notre travail est l'évaluation de la qualité physicochimique du lait de vaches et des effets de quelques facteurs d'influence. Nos résultats concernent 150 échantillons de lait (traites du matin et du soir) obtenus à partir d'un contrôle laitier mensuel effectué dans quatre exploitations (75 vaches laitières dont 56% de race Prim'Holstein et 44 % de race Montbéliarde). Les données ont été analysées en utilisant la procédure GLM. Les résultats montrent que la qualité physicochimique de lait est relativement faible, avec des variations selon les facteurs étudiées. Nos résultats montrent que le taux protéique (TP) le taux butyreux (TB) ont été estimés à $31,2 \pm 1,53$ g/L et $37,31 \pm 0,94$ g/L respectivement. D'un autre côté, l'acidité, la densité et teneur du lait en lactose est de $17,32 \pm 0,78^\circ\text{D}$, $1030,01 \pm 1,85$ et $46,31 \pm 2,503$ g/l respectivement. Une influence significative de la parité, la race, surtout et aussi le stade de lactation et l'élevage sur la qualité physicochimique du lait ($p < 0,05$) ont été révélées. . Ces études d'interaction génotype x milieu méritent d'être poursuivies.

Mots clés: lait, taux protéique, taux butyreux, parité, race.

Abstract

The dairy sector is a significant part of the world, in terms of contributing to the use of farmland, employment and wealth creation. Our research focuses on assessing the physicochemical quality of cow's milk and the effects of certain influencing factors. Our results are based on 150 milk samples from a monthly dairy inspection carried out on four farms (75 dairy cows, 56% of them Prim'Holstein and 44% Montbeliardes.). The data was reviewed using the GLM procedure. The results show that the physico-chemical quality of milk is relatively poor, with variations depending on the factors examined. Our results show that protein content and fat content were estimated to be $31,2 \pm 1,53$ g/L and $37,31 \pm 0,94$ g/L respectively. On another side, the acidity, density and lactose content of milk are $17,32 \pm 0,78^\circ\text{D}$, $1030,01 \pm 1,85$ and $46,31 \pm 2,503$ g/l respectively. A significant influence of parity, race, especially and also stage of lactation and breeding on the physicochemical quality of milk ($p < 0,05$) were revealed. These studies on genotype-environmental interaction are worthy of further study.