

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat LMD

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie alimentaire

Présentée par :

KASMI Houria

Thème

*Efficacité comparée de plusieurs tests dans l'évaluation de la
qualité de lait*

Devant le jury composé de :

Mr HASSANI Abdelkrim	Professeur	Université de Tiaret	Président
Mr AGGAD Hebib	Professeur	Université de Tiaret	Encadrant
Mr ACEM Kamel	Professeur	Université de Tiaret	Co -Encadrant
Mr AICHOUNI Ahmed	Professeur	Université de Tissemsilt	Examineur
Mr ZIANE Mohamed	Professeur	Université Ain Témouchent	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

*Au début **ELHAMDULLILAH** le tout puissant de m'avoir donné courage, santé et patience pour achever ce travail.*

*De part ces quelques lignes, j'exprime toute ma gratitude et ma profonde reconnaissance à mon directeur de thèse le professeur **AGGAD HEBIB**, qui m'a dirigé et encadré durant ces années ainsi que pour ses conseils et sa disponibilité permanente, Je voudrais remercier vivement le professeur **ACEM KAMEL**, mon codirecteur de thèse.*

*Mes vifs remerciements vont également à Monsieur **HASSANI Abdelkrim**, professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun -Tiaret pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider ce Jury.*

*J'adresse mes profonds remerciements aux Monsieur **AICHOUNI Ahmed**, professeur à l'université de Tissemsilt. Qui m'a honorée en acceptant d'évaluer ce travail.*

*A Monsieur **ZIANE Mohamed**, Professeur à l'Université d'AIN Témouchent. Qui me fait l'honneur d'examiner ce travail.*

Mes remerciements les plus chaleureux sont adressés à l'ensemble du personnel de laboratoire d'hygiène et pathologie animal de l'institut des Sciences Vétérinaires et de laboratoire des analyses physicochimique de laiterie sidi khaled pour l'aide et l'assistance.

*Je remercie vivement l'ensemble du personnel de la ferme
Hidar.*

*Mes vifs remerciements vont également à mes meilleurs amis et, particulièrement **BOURIAH NACERA**, **BELKHEMAS AMINA**, **KAABOUR SOUAD** et **OUELD AMAR IMEN**.*

De tout cœur, nos remerciements et nos gratitudes à tous ceux qui m'ont aidé dans cette étude.

Dédicaces

*Avec mes sentiments les plus profonds et mon immense
gratitude je dédie ce travail :*

*À ma très chère famille : Mon père, ma mère, mes frères et
sœurs (GHALEM, FAYCAL, MOHAMED , KAMEL,
YAKOUTA, FATIHA ET SOUNA). Ils vont trouver ici
l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance
pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

*À mes chers neveux (SAJED, RAYHAN, IYAD, TAHA,
HOUDA, BATOUL, KHALIL, YASSINE, IBRAHIM, ABD EL
WAHAB, KAIS et Ossayd), les seules personnes que j'aime le
plus dans ma vie.*

*À la famille BOURIAH chacun à son nom (mon oncle TAHAR
et ma tante KHALDIA, FATTOUM, AMINE, ZAKARIA et le
petit héro LOUKMAN Nos remerciements et nos respects et nos
appréciations à vous, sincèrement merci.*

*A ma chère amie intime et ma soeurette BOURIAH NACERA
Elle va trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié
infinie. Pour Ton soutien moral et ton aide.*

*Elle va trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié
infinie. Pour Ton soutien moral et ton aide.*

*A tous mes amis et mes collègues : IMEN, AMINA, SOUAD,
HALIMA, AICHA, ASMA, FATIMA.*

*Ce travail est dédié également à ceux et celles qui m'ont
donné le goût de la recherche, et qui m'ont soutenu tout au
long de mon parcours.*

Résumé

Résumé

Ce travail visait l'étude des paramètres physicochimiques de lait cru de vache dans la willaya de Tiaret, par l'utilisation des méthodes classiques et LactoscanSP.

Cette recherche a été menée aussi la détection des mammites subclinique par différentes méthodes (LactoscanSP, CMT (California Mastitis test), Draminski).

Les analyses physicochimiques de 113 échantillons de lait cru de vache révèlent une variation en pH, Densité, lactose, protéine, matière grasse et l'extrait sec dégraissé. Généralement comparable aux standards nationaux et internationaux. Cependant il existe une différence significative entre les paramètres physicochimiques obtenus par lactoscanSP et ceux obtenus par méthodes classiques (pH, Densité, Matière grasse et conductivité) $P < 0.0001$.

Le diagnostic de 203 quartiers (52vaches en lactation apparemment en bonne santé) révèle une prévalence globale de 48,07 % et 27,58 % pour la mammite subclinique au niveau de la vache et du quartier, respectivement. L'étude a montré que les composants physico-chimiques des échantillons de lait tels que l'extrait sec dégraissé ($8,57 \pm 0,10$), les solides totaux ($11,31 \pm 0,21$), les protéines ($3,17 \pm 0,04$ %), les sels ($0,70 \pm 0,01$), la densité ($1,0299 \pm 0,57$), le point de congélation ($0,54 \pm 0,01$), le pH ($6,74 \pm 0,06$) et la teneur en lactose ($4,72 \pm 0,06$) du lait mammitieux étaient inférieur à ceux du lait normal ($P < 0.05$). La conductivité électrique ($6,33 \pm 0,11$ mS/cm) du lait affecté était significativement plus élevée que celle du lait normal. Cependant, la mesure de la résistance à l'aide du test de mammite(Draminski) n'a pas été efficace dans notre étude. De plus, il a été observé que toutes les races sont sensibles à la mammite et que l'incidence de la mammite subclinique augmente avec l'âge et le nombre de lactations. Les résultats de notre recherche indiquent que la détection précoce de la mammite subclinique chez les vaches peut améliorer les stratégies de traitement et la production de lait.

L'effet d'un stockage réfrigéré à 4 °C pendant 7 jours sur la composition du lait cru a été étudiées dans ce travail, Nous avons constaté que la composition du lait cru (20échantillons) a été modifiée de manière significative ($p = 0,05$). Matière grasse 3.74 ± 0.10 ; Protéine 3.10 ± 0.04 ; lactose 4.66 ± 0.06 .

Dans cette étude, nous avons essayés de décrire la nature de relation entre les indicateurs physico-chimiques étudiés pour le lait cru, Les résultats ont montré une corrélation positive pour MG(eau, conductivité) ; ESD(protéine, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; Densité(MG) ; Protéine(ESD, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; Lactose(ESD, protéine, eau, point de congélation, pH, minéraux) ; Eau(MG, ESD, lactose, point de congélation, minéraux, pH) ; Point de congélation(ESD, protéine, eau, minéraux, pH, conductivité) ; Minéraux(ESD, protéine, lactose, eau, point de congélation, pH, conductivité) ; pH(protéine, eau, point de congélation, minéraux) ; Conductivité(MG, lactose, point de congélation, minéraux). $P = 0.01$.

Les mots clés : lait cru, vache, paramètres physicochimiques, diagnostic, mammite subclinique, lactoscanSP, corrélation, stabilité, CMT, Conductivité électrique.

Abstract

This work aimed to study the physicochemical parameters of raw cow's milk in Tiaret region, using classic methods and LactoscanSP.

This research was also conducted for the detection of subclinical mastitis by different methods (LactoscanSP, CMT (California Mastitis test) and Draminski test).

Physicochemical analyzes of 113 samples of raw cow's milk reveal a variation in pH, density, lactose, protein, fat and fat-free dry extract. Generally comparable to national and international standards. However, there is a significant difference between physicochemical parameters obtained by lactoscanSP and those obtained by conventional methods (pH, Density, Fat and conductivity) $P < 0.0001$.

A total of 203 quarters milk samples collected from 52 apparently healthy lactating cows at different dairy cattle farms were examined and overall prevalence of 48.07 % and 27.58% was observed for subclinical mastitis in cow and quarter level, respectively. The result showed that physicochemical components of milk samples such as Solid Not Fat (8.57 ± 0.10), Total solids (11.31 ± 0.21), Protein ($3.17 \pm 0.04\%$), salts (0.70 ± 0.01), density (1.0299 ± 0.57), freezing point (0.54 ± 0.01), pH (6.74 ± 0.06) and Lactose (4.72 ± 0.06) contents of mastitis milk was less than the normal milk ($P < 0.05$). Electrical conductivity (6.33 ± 0.11 mS/cm) of affected milk was significantly higher than normal milk. However measuring resistance using Draminski mastitis detector was not effective in our study. Further, it was observed that all breeds are susceptible to mastitis and the incidence of subclinical mastitis increased with age and lactation number of the animal. The results of our research indicate that early cow subclinical mastitis detection may improve treatment strategies and milk production.

The effect of refrigerated storage at 4°C for 7 days on composition of raw milk was studied in this work. We found that composition of raw cow's milk (20 samples) was modified significantly ($p=0.05$). Fat 3.74 ± 0.10 ; Protein 3.10 ± 0.04 ; lactose 4.66 ± 0.06 .

In this study, we tried to describe the nature of relationship between physicochemical indicators studied for raw milk. The results showed a positive correlation for MG (water, conductivity); ESD (protein, lactose, water, freezing point, minerals); Density(MG); Protein (ESD, lactose, water, freezing point, minerals); lactose (ESD, protein, water, freezing point, pH, minerals); Water (MG, ESD, lactose, freezing point, minerals, pH); Freezing point (ESD, protein, water, minerals, pH, conductivity); Minerals (ESD, protein, lactose, water, freezing point, pH, conductivity); pH (protein, water, freezing point, minerals); Conductivity (MG, lactose, freezing point, minerals). $P = 0.01$.

Key words: raw cow milk, physicochemical parameters, diagnosis, subclinical mastitis, lactoscanSP, correlation, stability, CMT, electrical conductivity.

المخلص

يهدف هذا العمل إلى دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لحليب البقر في منطقة تيارت باستخدام الطرق التقليدية وجهاز يسمى LactoscanSP

تم إجراء هذا البحث أيضًا للكشف عن التهاب الضرع وذلك باستخدام طرق مختلفة LactoscanS، CMT، Draminski

كشفت التحاليل الفيزيائية والكيميائية لـ 113 عينة من حليب البقر عن تباين في درجة الحموضة والكثافة اللاكتوز، البروتين، الدهون والمستخلص الجاف الخالي من الدهون. يمكن مقارنتها بشكل عام بالمعايير الوطنية والدولية ومع ذلك، هناك فرق كبير بين المعايير الفيزيائية والكيميائية التي تم الحصول عليها بواسطة الجهاز وتلك التي تم الحصول عليها بالطرق التقليدية (معدل الحموضة والكثافة، الدهون، الناقلية الكهربائية)

تم فحص إجمالي 203 عينة من حليب الثدي لـ 52 بقرة تبدو سليمة في مزارع أبقار مختلفة، ولوحظ انتشار التهاب الضرع على مستوى الأبقار والثدي بنسبة 48.07% و 27.58% على التوالي .

أظهرت النتائج أن المكونات الفيزيائية والكيميائية لعينات الحليب مثل المستخلص الجاف الخالي من الدهون (0.10 ± 8.57) ، المواد الصلبة الكلية (0.21 ± 11.31) ، البروتين (0.04 ± 3.17) ، الأملاح المعدنية (0.01 ± 0.70) ، الكثافة (0.57 ± 1.0299) ، معامل التجمد (0.01 ± 0.54) ، ودرجة الحموضة (6.74 ± 0.06) واللاكتوز (0.06 ± 4.72) كانت في حليب الضرع المصاب بالالتهاب أقل من الحليب السليم. في حين كانت الناقلية الكهربائية (0.11 ± 6.33 مل ثانية / سم) للحليب المصاب أعلى بكثير من الحليب السليم.

ومع ذلك ، فإن قياس المقاومة باستخدام كاشف التهاب الضرع لم يكن فعالاً في دراستنا.

علاوة على ذلك ، لوحظ أن جميع السلالات عرضة للإصابة بالتهاب الضرع وتزداد الإصابة مع تقدم العمر وعدد الولادات عند الأبقار. تشير نتائج بحثنا إلى أن الكشف المبكر عن التهاب الضرع قد يحسن استراتيجيات العلاج وإنتاج الحليب.

تمت دراسة تأثير حفظ الحليب على تركيبه وذلك من خلال تخزينه على 4 درجات مئوية لمدة 7 أيام حيث

وجدنا أن تركيبة الحليب (20 عينة) قد تغيرت تدريجياً خلال مدة الحفظ. الدهون 0.10 ± 3.74 ؛ بروتين 0.04 ± 3.10 ؛ اللاكتوز 0.06 ± 4.66

في هذه الدراسة، حاولنا وصف طبيعة العلاقة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية المدروسة لحليب البقر حيث أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة لكل من :

الدهون (الماء ، الناقلية الكهربائية) ؛ المستخلص الجاف الخالي من الدهون (البروتين ، اللاكتوز ، الماء ، معامل التجمد ، الأملاح المعدنية) ؛ الكثافة (الدهون) ؛ البروتين (المستخلص الجاف الخالي من الدهون ، اللاكتوز ، الماء ، معامل التجمد ، الأملاح المعدنية) ؛ اللاكتوز (المستخلص الجاف الخالي من الدهون ، البروتين ، الماء ، معامل التجمد ، معدل الحموضة، الأملاح المعدنية) ؛ الماء (المستخلص الجاف الخالي من الدهون ، البروتين ، الماء ، الأملاح المعدنية) ؛ البروتين ، الماء ، الأملاح المعدنية معدل الحموضة ، الناقلية الكهربائية) ؛ الأملاح المعدنية (المستخلص الجاف الخالي من الدهون ، اللاكتوز ، الماء ، معامل التجمد ، معدل الحموضة، الناقلية الكهربائية) ؛ البروتين ، الماء ، معامل التجمد ، الأملاح المعدنية) ؛ اللاكتوز ، الماء ، معامل التجمد ، الأملاح المعدنية).

الكلمات المفتاحية: حليب البقر ، العوامل الفيزيوكيميائية ، التشخيص،التهاب الضرع،LactoscanSP، CMT

Liste des Abréviations

OMS : Organisation Mondial de Santé.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

AMM : Autorisation de la mise sur le marché.

CCS : Concentration des Cellules Somatiques.

CCI : Concentration des Cellules Individuelles.

CCSI : Concentration des Cellules Somatiques Individuelles.

ACTH : Hormone Adrénocorticotrope.

TIAC : Toxi-infection alimentaire collective.

SCN : Staphylocoques à coagulase négative.

ADN : Acide désoxyribonucléique.

CE : Conductivité électrique.

PC : Point de congélation.

LPS : Lipolyosides.

AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdienne.

CMT : California Mastitis test.

PCR : Polymérase en chaine réaction.

ELISA : Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay.

PH : Potentiel d'hydrogène.

MG : Matière grasse.

LP : Matière Protéique.

L : Lactose.

D : Densité.

ESD : Extrait sec dégraissé.

Liste des tableaux

Tableau N°01: Les principales propriétés physicochimique du lait (Walstra et Jenness, 1984 ; Fox et Mc Sweely, 1998).....	4
Tableau N°02: Composition minérale majeure du lait de 4 espèces différentes (Giegien, 2001).....	7
Tableau N°03 : Caractères photogéniques et responsables des mammites subcliniques et des mammites cliniques aiguës (Jean Marie et al., 2011).....	17
Tableau N°04 : Fréquence et gravité des infections par les agents pathogènes, origine de la contamination (Dominique Rémy, 2010).....	18
Tableau N°05 : Lecture du CMT et relation entre le score et la numération cellulaire (Schalm, 1957 ; Schneider et al., 1966).....	22
Tableau N°06 : Précision des paramètres mesurés avec l'automate « Lactoscan SP » (www.lactoscan.com).....	39
Tableau N°07 : Interprétation des résultats obtenus avec le Draminski (www.draminski.fr).....	41
Tableau N°08 : Résultats moyens des paramètres physicochimiques de laits crus de mélange dans la région de Tiaret.....	47
Tableau N°09 : Résultats moyens comparatifs des paramètres physicochimiques entre (lactoscanSP) et méthodes classiques.....	48
Tableau N°10 : Des études précédentes sur la qualité physico-chimique du lait cru de vache.....	57
Tableau N°11 : Prévalence de mammites subclinique chez les vaches étudiées.....	59
Tableau N°12 : Effet de la mammite subclinique sur la composition physicochimique du lait.....	60
Tableau N°13 : Effet de la température de stockage (4°C) sur certaines propriétés physico-chimiques du lait cru.....	71

Liste des figures

Figure N°01 : Coupe schématique montrant les quartiers et les différentes suspensions de la mamelle (Marguet, 2009).....	11
Figure N°02 : Coupe schématique d'un trayon de vache (Marguet, 2009).....	14
Figure N°03 : Mammite clinique (Durel et al., 2011).....	17
Figure N°04 : Mammite subclinique (Durel, 2010).....	17
Figure N°05 : Organisation de protocole expérimental.....	31
Figure N°06 : Détection des mammites subclinique.....	32
Figure N°07 : le pH-mètre (HANNA Instruments-France) (Laboratoire d'analyse physicochimique de laiterie sidi khaled Tiaret).....	33
Figure N°08 : LactoscanSP ULTRASONIC MILLKANALYSER (Laboratoire d'hygiène et pathologie animal).....	34
Figure N°09 : mesure de la densité à l'aide d'un lactodensimètre (Laboratoire d'analyse physicochimique de laiterie sidi khaled Tiaret).....	36
Figure N°10 : le butyromètre Gerber (Laboratoire d'analyse physicochimique de laiterie sidi khaled Tiaret).....	37
Figure N°11 : conductimètre (HI 5222, Hanna Instruments) (Laboratoire d'analyse physicochimique de laiterie sidi khaled Tiaret).....	37
Figure N°12 : Incubateur de Betastar® combo (Laboratoire d'analyse physicochimique de laiterie sidi khaled Tiaret).....	38
Figure N°13 : Prélèvement de lait au niveau de la ferme.....	40
Figure N°14 : Le conductimétrie de DRAMINSKI.....	41
Figure N°15 : Le test de CMT.....	42
Figure N°16 : Prélèvements de lait des quartiers pour les analyses physicochimiques.....	43
Figure N°17 : Conservation des échantillons à 4°C.....	44
Figure N°18 : Variation de PH des échantillons testés.....	49
Figure N°19 : Résultats de l'étude de la densité du lait cru.....	50

Figure N°20 : Variation de point de congélation des échantillons étudiés.....	51
Figure N°21 : Variation de la conductivité électrique des échantillons testés.....	52
Figure N°22 : Taux de matière grasse des échantillons étudiés.....	53
Figure N°23 : Taux des protéines des échantillons étudiés.....	54
Figure N°24 : Taux de lactose du lait cru de vache étudié.....	55
Figure N°25 : Taux d'ESD des échantillons étudiés.....	56
Figure N°26 : Variation des sels minéraux dans les échantillons étudiés.....	56
Figure N°27 : Taux d'extrait sec dégraissé chez les vaches testées.....	61
Figure N°28 : Variation de la densité chez les vaches testées.....	62
Figure N°29 : Taux de matière grasse chez les vaches testées.....	63
Figure N°30 : Taux de protiene chez les vaches testées.....	64
Figure N°31 : Taux de lactose chez les vaches testées.....	65
Figure N°32 : Taux des minéraux chez les vaches testées.....	66
Figure N°33 : Variation de PH chez les vaches testées.....	67
Figure N°34 : Variation de la conductivité électrique chez les vaches testées.....	68
Figure N°35 : Variation de la résistance électrique chez les vaches testées.....	69
Figure N°36 : Taux de matière sèche chez les vaches testées.....	69
Figure N°37 : Variation de point de congélation chez les vaches testées.....	70
Figure N°38 : Effet de la durée de la conservation (4°C) sur la matière grasse.....	71
Figure N°39 : Effet de la durée de la conservation (4°C) sur la protéine.....	72
Figure N°40 : Effet de la durée de conservation (4°C) sur le lactose du lait cru.....	72

Liste des annexes

Annexe I : Quelques matériels et produit utilisés.....	87
Annexe II : Tableaux statistiques.....	91
Annexe III : Grille de lecture du test CMT (Notice Leucocyttest®).....	92
Annexe IV : Participations Scientifiques.....	93
Annexe V : Publications Scientifiques.....	94

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction

I. Synthèse bibliographique

I.	généralité sur le lait cru	04
	I.1. Définition de lait	04
	I.2. Propriétés physicochimique de lait.....	04
	I.2. 1. pH.....	05
	I.2. 2. Densité.....	05
	I.2. 3. Acidité.....	05
	I.2. 4. Point d'ébullition.....	05
	I.2. 5. Point de congélation.....	05
	I.2. 6. Conductivité.....	05
	I.3. Composition du lait.....	06
	I.3.1. Matière grasse.....	06
	I.3. 2. Protéine.....	06
	I.3.3. Lactose.....	06
	I.3.4. L'eau.....	07
	I.3.5. Minéraux.....	07
	I.3.6. Vitamines.....	08
	I.3. 7. Enzymes.....	08
	I.4. Qualité de lait.....	08
	I.4.1. Qualité organoleptique.....	08

I.4.1.1. La couleur.....	09
I.4.1.2. L'odeur.....	09
I.4.1.3. Saveur.....	09
I.4.1.4. Flaveur.....	09
I. 5. Microbiologie de lait	09
I. 5. 1. La flore originale.....	09
I. 5. 2. La flore de contamination.....	09
II. La glande mammaire.....	10
II.1. Définition de la glande mammaire.....	10
II.2. Anatomie de la mamelle.....	11
II.3. Morphologie.....	11
II.4. Structure.....	12
II.4.1 Glande mammaire.....	12
II.4.2. Les lobules glandulaires (acini).....	12
II.4.3. Les canaux excréteurs.....	12
II.4.4. Tissu conjonctif.....	13
II.4.5. Vaisseaux et nerfs.....	13
II.4.6. Trayon.....	13
II.5. Physiologie de lactation.....	14
II.5.1. Les facteurs généraux.....	14
II.5.2. Les facteurs liés à la mamelle.....	15
II.6. Fonctionnement de la glande mammaire.....	15
II.6.1. La lactogénèse.....	15
II.6.2. Maintien de la sécrétion lactée.....	16
III. généralité sur les mammites.....	16
III.1.Définition de mammite.....	16
III.2.Type de mammite.....	16

III.2.1. Mammite clinique.....	16
III.2.2. Mammite subclinique.....	17
III.3. Etiologie de mammite.....	18
III.4. Symptomatologie.....	19
III.4.1 Les symptômes généraux.....	19
III.4.2. Les symptômes locaux.....	19
III.4.3. Symptômes fonctionnels.....	19
III. 5. Diagnostic.....	19
III.5.1. Examen clinique.....	19
III.5.2. Examen bactériologique.....	20
III.5.3. Méthodes alternative.....	20
III.5.3.1. La concentration cellulaire de lait(CCS).....	21
III.5.3.2. Le CMT (California Mastitis Test).....	22
III.5.3.3. Mesure de la conductivité(CE).....	23
III.5.3.4. Méthodes basées sur la détection d'anticorps spécifiques dans le lait.....	23
III.5.3.5 Polymérase en Chain Réaction (PCR).....	24
III.6. Traitement.....	24
III.6.1.Prophylaxie médicale.....	25
III.6.1.1 Vaccination.....	25
III.6.2. Prophylaxie sanitaire.....	25
III.6.2.1 Hygiène et santé des animaux.....	25
III.6.2.2. Augmentation du nombre de traites par jour.....	26
III.6.3.Plans de traitement d'antibiothérapie.....	26
III.7. Risque de la maladie.....	27
III.7.1. sur le plan économique.....	27
III.7.2. Sur le lait.....	27

III.7.2.1. Point de vue quantitatif.....	27
III.7.2.2. Point de vue qualitatif.....	28
III.8. Complications.....	28
IV. Le lait mammitieux.....	28
IV.1. Définition.....	28
IV.2. Altération de compositions de lait mammitieux.....	28
IV.2.1. Teneur en matières grasses et extrait sec dégraissé.....	28
IV.2.2. Teneur en protéines.....	29
IV.2.3. Teneur en lactose.....	29
IV.2.4. Teneur en vitamines.....	30
 II. Matériels et méthodes	
I. Protocole expérimental.....	31
I.1. l'étude de la qualité physicochimique de lait cru	33
I.1.1. Echantillons de lait cru de mélange.....	33
I.2. Les analyses physicochimiques.....	34
I.2.1. Mesure de pH.....	34
I.2.2. Détermination de l'acidité.....	34
I.2.3. Détermination de la densité du lait.....	35
I.2.4. Détermination de la matière grasse.....	36
I.2.5. Détermination de la conductivité électrique.....	37
I.2.6. Test d'antibiotique.....	38
I.3. Etude de corrélation entre les paramètres physicochimiques de lait.....	39
II. Diagnostic de mammitie subclinique et l'étude de la qualité de lait mammitieux.....	39
II.1. Prélèvement des échantillons.....	39
II. 2. Mesure de résistance électrique à l'aide du dispositif de conductimétrie 4QMAST® (Draminski).....	40
II. 3. Test de California (CMT).....	42

II. 4. L'étude de la qualité physicochimique.....	42
III. L'étude de la stabilité de lait cru	43
III.1. Source et traitement des échantillons de lait.....	44
III.2. Les analyses physicochimiques.....	44
IV. Etude statistiques.....	46
<i>III. Résultats et Discussion</i>	
I. Résultats des paramètres physicochimiques.....	47
I.1. Résultats moyens des paramètres physicochimiques (lactoscanSP).....	47
I.1.1. Constantes physicochimiques.....	48
I.1.1.1. Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	48
I.1.1.2. Densité.....	49
I.1.1.3. Le point de congélation (PC).....	50
I.1.1.4. La conductivité électrique (CE).....	51
I.1.2. Paramètres nutritionnels.....	52
I.1.2.1. Matières grasses (MG).....	52
I.1.2.2. Matières protéiques (MP).....	53
I.1.2.3. Lactose.....	54
I.1.2.4. L'extrait sec dégraissé (ESD).....	55
I.1.2.5. Sels minéraux.....	56
I.1.2.6. Résidus d'antibiotiques.....	57
II. L'étude de corrélation entre les paramètres physicochimiques de lait cru	58
III. Résultats de Diagnostic des mammites subcliniques.....	59
III.1. L'étude de prévalence.....	59
III.2. Qualité physicochimique du lait mammitieux.....	60
III.2.1. L'extrait sec dégraissé(ESD).....	61
III.2.2. Densité.....	61

III.2.3. Matière grasse.....	62
III.2.4. Protéine.....	63
III.2.5. Lactose.....	64
III.2.6. Sels minéraux.....	65
III.2.7. pH.....	66
III.2.8. Conductivité.....	67
III.2.9. Matière sèche.....	69
III.2.10. Point de congélation.....	70
IV. Stabilité des paramètres physicochimiques après conservation à 4°C.....	70
<i>Conclusion.....</i>	<i>74</i>
<i>Références bibliographique.....</i>	<i>86</i>
<i>Annexes.....</i>	<i>94</i>

Introduction

Le lait est un aliment qui fait partie de notre culture depuis des siècles. Des millions de personnes en boivent chaque jour. C'est un produit d'une grande valeur alimentaire de par sa richesse en lipides, protéines, glucides et en éléments biologiques (enzymes, vitamines, minéraux). Outre ses propriétés nutritives et diététiques (**Pereira, 2014**).

L'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb, avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010. La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru (**Ubifrance, 2014**). Il connaît un accroissement démographique annuel très important de l'ordre de 1,7 % avec une population estimée à plus de 43 millions d'habitants en 2019 (**ONS, 2019**). Alors que la production laitière nationale reste très faible et dépasse légèrement les 3 milliards de litres en 2016, ce qui est loin de répondre à une demande sans cesse croissante (**Ghozlane, 2018**).

L'attention se penche particulièrement sur le lait cru étant un produit non transformé, ne subissant aucun traitement et de ce fait garde tous ses propriétés naturels. C'est un aliment vivant, riche en facteurs qui facilitent la digestion et l'assimilation des nutriments qu'il contient. Face à la demande du consommateur qui sollicite de plus en plus de produits innovants et de bonne qualité. En effet, la difficulté réside dans cette dernière notion qui reste très subjective et a des définitions différentes à chaque niveau de la filière. Pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence du taux de matières utiles élevé; L'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène et aux qualités organoleptiques satisfaisantes (**Pougheon, 2001**).

La qualité physico-chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs, tels que l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race et la saison qui constitue des facteurs prépondérants de la mauvaise qualité de lait (**Lederer, 1983**). Cependant, la production du lait de vache se heurte souvent au problème de gestion de la qualité qui pénalise tant les producteurs que les transformateurs. Les conditions d'hygiène au niveau des fermes, l'interruption de la chaîne de froid le long du circuit de production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie, comportent autant de sources de contaminations à maîtriser afin de préserver la qualité hygiénique du lait (**Faye et Loiseau, 2002**).

Les méthodes de routine utilisées pour déterminer la qualité physicochimique de lait tel que le dosage de matière grasse ; protéine ; lactose ; minéraux...etc. Connaissent depuis quelques années une évolution considérable. On constate que les techniques chimiques classiques, manuelles (méthode gerber pour le dosage de la matière grasse). Tendent à être moins en moins utilisés au profit des appareils automatiques parmi lesquels, le LactoscanSP permettant plusieurs paramètres en un

Introduction

temps record. Dans ce sens, nous nous sommes intéressés au pH, la matière grasse, conductivité et la densité qui peuvent être des indicateurs importants. Le principe de cette étude consiste à évaluer la qualité physicochimique de lait cru de vache par méthodes classiques et par l'utilisation de lactoscan SP (ULTRASONIC MILKANALYSER) dans la willaya de Tiaret (ouest Algérie).

La mammite bovine est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle de la vache. Elle est généralement septique et provoquée la plupart du temps par une infection bactérienne. Des mammites aseptiques existent cependant, elles sont rares et provoquées par des traumatismes locaux, des toxiques ou des désordres physiologiques (**Rémy, 2010**).

Sur le plan économique, elle entraîne la baisse de production du lait, d'une part et la baisse des qualités hygiéniques et nutritives du lait et ses produits dérivés, d'autre part, (**Gambo et al., 2001**). De plus cette pathologie engendre des dépenses importantes pour les éleveurs dues majoritairement à la baisse de la quantité et de la qualité du lait produit (traitements, lait écarté de la collecte, réforme anticipée). A cela il faut ajouter le coût des réformes et celui des traitements.

La mammite est considérée comme une maladie de la production la plus fréquente et la plus coûteuse dans les troupeaux laitiers des pays développés (**Benhamed et al., 2011**).

En Algérie, comme dans la plupart des pays, les mammites bovines constituent une Pathologie dominante dans les élevages bovins laitiers. Cependant, malgré la fréquence des mammites subcliniques et cliniques dans les élevages bovins laitiers dans les élevages algériens (**Niar et al., 2000**) il faut signaler l'existence d'une prévalence de 25 % de mammites subcliniques qui a été annoncée dans des exploitations de l'Algérie Centrale (**Saidi et al., 2012**). Ce taux est un indicateur d'un impact élevé et néfaste de mammites subcliniques sur la production quantitative et qualitative du lait produit localement (**Saidi et al., 2012**).

L'insuffisance de production laitière, peut s'expliquer non seulement par la faible maîtrise des techniques modernes de production, mais aussi par l'absence de gestion de la santé de la mamelle qui entraîne la diminution de la production, malgré l'importation de milliers de vaches à haut potentiel génétique (**Niar et al., 2000 ; Bouaziz et al., 2005 ; Benmounah, 2012 ; Heleili, 2003**).

Le manque d'études approfondies, indispensables pour cerner les méthodes de diagnostic associé à des infections mammaires ainsi que la connaissance des bactéries responsables entrave l'établissement de contrôle approprié.

En effet, la connaissance précise de la fréquence des germes responsables de mammites chez la vache est indispensable pour la définition et l'adaptation des programmes de maîtrise des mammites aux différentes situations épidémiologiques.

Introduction

Notre étude se propose de faire la détection des mammites subcliniques en élevage bovins laitiers au Tiaret (ouest Algérie). Le contrôle des infections mammaires joue un rôle essentiel dans la maîtrise de la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers, et représente un enjeu majeur pour la filière bovine. La méthode de référence reste l'analyse bactériologique du lait. Cependant, la difficulté de prise d'échantillon (nécessité d'asepsie) sur de grands effectifs, les délais d'obtention des résultats, le risque de faux négatifs et les coûts associés expliquent l'intérêt du développement de techniques alternatives automatisables. A ce jour, les principales analyses indirectes validées permettant d'estimer le statut infectieux mammaire sont le california mastitis test (CMT) ; la conductivité électrique de lait et l'évaluation des paramètres physicochimiques par lactoscanSP.

I. généralité sur le lait cru.

I.1. Définition de lait

Le lait est une bonne source de protéines et de lipides alimentaires ainsi qu'un soutien immunologique, éléments nutritionnels et développementaux de l'enfance (O'Callaghan *et al.*, 2019). Il s'agit essentiellement d'une solution saline diluée avec des vitamines et du sucre simple, dans laquelle les globules gras sont émulsifiés, et cela comprend un système protéique complexe, dont la majorité se trouve en agrégation colloïdale comprenant des milliers de molécules (micelles de caséine) (Griffiths, 2010).

En Algérie et selon le journal officiel, le nom « LAIT » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (Arrêté de 18/08/1993, décret du 27/10/1993).

I.2. Propriétés physicochimique de lait

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

Tableau N°01: Les principales propriétés physicochimique du lait (Walstra et Jenness, 1984 ; Fox et Mc Sweely, 1998).

Pression osmotique	$\sim 700 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
Activité d'eau	$\sim 0,993$
Point d'ébullition	$\sim 100,15 \text{ C}^\circ$
Point de congélation	$\sim -0,53 \text{ C}^\circ$
Masse volumique	$\sim 1030 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Conductivité spécifique (à 20 C°)	$\sim 0,0050 \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{Cm}^{-1}$
Force ionique	$\sim 0,08 \text{ Mol}$
Tension inter faciale (20 C°)	$\sim 47,53 \text{ No m}^{-1}$
Viscosité (lait non homogénéisé)	$\sim 2,01 \cdot 10 \text{ pa}$
Conductibilité thermique (à 20°C) (Lait à 3 % de matière grasse)	$\sim 0,56 \text{ w} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Diffusivité thermique (15 _20°C)	$\sim 1,25 \cdot 10 \text{ m}^2 \text{ S}^{-1}$
Choleurs spécifique	$\sim 3900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
PH (à 20 ° C)	6,5 – 6,8
Acidité titrable	15-17 ° D
Coefficient d'expansion thermique (273 - 33 k)	15-17 ° D
Potentiel oxydoréduction thermique (273 k-33k)	$0,0008 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
Indice de réfraction	$1,3440^{-1,3485}$

I.2. 1. pH

L'acidité du lait, définie comme le pH ou l'acidité titrable, est une propriété essentielle (**Rakib, 2013**). Le lait ordinaire a un pH d'environ 6,5 à 6,8 (**Kanwal et al., 2004 ; Enb et al., 2009**).

I.2. 2. Densité

Pour une même espèce, la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle est également variable en fonction de la température. A 20°C, la densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1,030 et 1,033 et de 1,020 à 1,038 pour les laits de mélange. La densité du lait fraîchement extrait de la mamelle est instable et tend à augmenter avec le temps (**Seydi, 2004**).

I.2. 3. Acidité

L'acidité de titration globale mesure à la fois le pH initial du lait et l'acidité développée après la traite par la fermentation lactique qui diminue le pH jusqu'à 4 ou 5. L'acidité de titration indique donc le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Le degré Dornic est le nombre de dixième de millilitre de soude utilisé pour titrer dix millilitres de lait en présence de phénolphthaléine (**Amarglio, 1986**). 1°D = 1 millilitre d'acide lactique dans 10 millilitre de lait soit 0,1 gramme d'acide lactique par litre. Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités tritrables différentes et inversement. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (**Ndiaye, 1991**).

I.2. 4. Point d'ébullition

L'ébullition propre du lait a lieu à 100°C ; cependant, lorsqu'on porte le lait sur le feu, à une température voisine de 80 à 90°C, il y a une montée du lait, c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition du lait (**Boivert, 1980**). Pour bouillir le lait, il faut donc éliminer cette peau de lait. Le test à l'ébullition permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation.

I.2. 5. Point de congélation

Le lait a congelé à une température inférieure à celle de l'eau ordinaire, ayant un point de congélation entre -0,525 C° et -0,565 C° (**Osman, 2017**).

I.2. 6. Conductivité

La conductivité du lait est basée sur la capacité du lait à conduire le courant électrique. Le lait contient plusieurs ions (ou électrolytes) : du chlore, du sodium et du potassium responsables de cette conductivité du courant électrique. Au cours de la lactation, la concentration en ions et le taux butyreux évoluent de manière physiologique. La conductivité est élevée dans le colostrum puis elle diminue pour réaugmenter en fin de lactation suivant la concentration en ions et le taux butyreux. Lors d'une infection, la perméabilité des capillaires sanguins est augmentée, les jonctions serrées entre les lactocytes disparaissent de manière plus ou moins importante et les systèmes de pompage des ions sont donc altérés. L'ensemble de ces modifications va conduire à une baisse du lactose et du potassium dans le lait et à l'augmentation compensatoire du chlore et du sodium pour assurer un équilibre osmotique. La teneur en chlorures du lait est ainsi proportionnelle au degré d'infection (**Durel et al., 2004**).

I.3. Composition du lait

I.3.1. Matière grasse

L'organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Food and Agriculture Organisation (FAO) considèrent que la ration lipidique, devrait nous apporter :

- 24-25% d'acides gras saturés.

-60% d'acides gras insaturés.

-15 % à 16% d'acides gras polyinsaturés.

-Il est important de rééquilibrer les apports en acides gras essentiels par d'autres aliments, car certains laits dits « Maternisés » sont riches en AGE, à partir des huiles végétales (tournesol, maïs, etc.

-A cette fraction lipidique dominante, il existe aussi des lipides polaires, représentés surtout par les phospholipides. Ils se présentent principalement sous une forme liée, dans la membrane globulaire. Des substances liposolubles, insaponifiables, principalement les carotènes et les vitamines A et D forment le reste (**Romain et al., 2018**).

I.3. 2. Protéine

Selon **Jeantet Coll (2007)**, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions différentes : Les caséines qui précipitent à pH 4.6 (80%) des protéines totales ; Les protéines sériques solubles à pH 4.6 (20%) des protéines totales.

I.3.3. Lactose

Le lactose est un sucre du lait constitué d'unités de sucre de galactose et de glucose, liées entre elles (**Patton, 2004**). Il est moins soluble dans l'eau, plus sucré que le saccharose et fermenté avec des bactéries pour produire de l'acide lactique (**Griffiths, 2010**). De plus, le lactose est un composant nécessaire à la fermentation des produits laitiers, qui est l'une des méthodes utilisées pour conserver le lait (**Fox et Mc Sweeney, 1998 ; Nero et al., 2018**).

I.3.4. L'eau

La valeur nutritive du lait est particulièrement élevée grâce à l'équilibre entre les nutriments qu'il contient. L'eau apparaît comme l'élément le plus important du lait. Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- La phase aqueuse, qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, vitamines hydrosolubles et enzymes).
- La suspension colloïdale micellaire (2.6%), qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes.
- L'émulsion (4.2%), qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité.

I.3.5. Minéraux

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux sont : calcium, magnésium, sodium et potassium, phosphate.

Tableau N°02: Composition minérale majeur du lait de 4 espèces différentes (**Giegien, 2001**).

Minéraux	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de Brebis	Lait humain
Calcium	1200	1260	1950	320
Phosphore	920	970	1500	150
Potassium	1500	1900	1400	550
Sodium	450	380	460	200

Chlore	1100	1600	1100	450
Magnésium	110	130	180	40
Rapport Ca /P	1,3	1,3	1,3	2,1
Zinc	3800	3400	5000	3000
Fer	460	550	700	600
Cuivre	150	300	400	360
Manganèse	30	80	90	30
Iode	80	80	100	80
Sélénium,	30	20	30	20

I.3.6. Vitamines

Les vitamines du lait se classent en deux catégories : les vitamines dites hydrosolubles (ce sont les vitamines du groupe 'B' et la Vitamine 'C'), en quantité constante et soluble dans l'eau et le lactosérum.

Les autres vitamines dites liposolubles (A, D, E et K), en quantités variables, dépendent de facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires, etc.). Ils sont aussi solubles dans les graisses.

D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques de l'organisme ; cependant, il existe sur le marché, certaines variétés de lait, à teneur garantie en vitamines pour satisfaire les besoins. Ce sont surtout les vitamines A, B1, et B2 qui constituent la valeur nutritive du lait (**Romain *et al.*, 2008**).

I.3. 7. Enzymes

Le lait est un véritable tissu vivant, qui contient des nombreuses enzymes.

Ils proviennent essentiellement du sang, de la membrane des globules gras, et constitués en partie d'éléments membranaires des cellules sécrétrices, des cellules somatiques et des microorganismes.

Les enzymes jouent un rôle protecteur, en limitant le développement bactérien, alors que d'autres altèrent le lait en dégradant certains constituants (**Croguennec *et al.*, 2008**).

I.4. Qualité de lait

I.4.1. Qualité organoleptique

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

I.4.1.1. La couleur

Le lait est d'une couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse (**Fredon, 2005**).

I.4.1.2. L'odeur

L'odeur est une caractéristique du lait due au fait de la matière grasse qu'il contient, et fixe les odeurs de l'animale. Elles sont liées à l'ambiance de la traite et à l'alimentation. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre, due à l'acidification par l'acide lactique (**Vierling, 2003**).

I.4.1.3. Saveur

Le lait a une saveur légèrement sucrée, due à la présence d'un taux de lactose (**Vierling, 1998**).

I.4.1.4. Flaveur

Elle résulte d'un équilibre subtil entre de multiples composées : acides, alcools, ester, amines, composés carbonylés et soufrés. ..., etc. en interaction avec une matière lipidique et protéique (**Vierling, 1998**).

I. 5. Microbiologie de lait

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (**Balezi, Z. and G.N. Mushagalusa (2018)**). Les micro-organismes du lait, selon leur importance sont repartis en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène **Lapointe-Vignola, C (2002)**.

I. 5. 1. La flore originale

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) **Cuq, J. (2007)**. La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes

retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles **Lapointe-Vignola, C. (2002)**.

I. 5. 2. La flore de contamination

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel). L'ensemble des procédés de traitement et de transformation du lait peut freiner la multiplication des germes éventuellement présents ou au contraire favoriser leur développement (**Brisabois A et al., 2009**). Les germes les plus souvent évoqués sont les Mycobactéries, Brucella, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, les entérobactéries, parmi lesquelles les Escherichia coli producteurs de toxines et Salmonella. Actuellement, la maîtrise de ces bactéries pathogènes dans le lait et les produits dérivés nécessite la mise en place de systèmes de contrôle et de surveillance qui s'appuient sur une réglementation devenue maintenant européenne. Les moyens de prévention doivent prendre en compte les données désormais bien connues de la microbiologie prévisionnelle en matière du lait et des produits laitiers **Monique, Z. and C. Souad, (2013)**.

II. La glande mammaire

II.1. Définition de la glande mammaire

La mamelle est l'organe qui caractérise tous les mammifères. C'est un appareil glandulaire qui produit des sécrétions dont le colostrum et le lait : le premier fournit les substances permettant la défense passive de l'organisme du nouveau-né, et le second apporte les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune.

Chez la vache laitière, la mamelle (ou pis) est située sous l'abdomen, en partie postérieure et est suspendu à la paroi abdominale. Le canal inguinal par lequel passe l'essentiel des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques qui la relie à l'intérieure de l'abdomen.

Les quartiers qui la composent sont totalement indépendants les uns des autres. Une paroi centrale élastique et très épaisse sépare les moitiés droite et gauche (quartiers latéraux), tandis que les quartiers avant et arrière sont individualisés par une paroi fine. Chaque quartier se termine par un trayon.

Les vaches possèdent des mamelles et des trayons de forme, d'implantation et de texture très diverses. Elles doivent cependant être traites par les mêmes machines à traire.

Le pis de la vache est suspendu à la paroi abdominale par :

- * le ligament suspenseur médian, composé d'un tissu élastique dense qui se prolonge entre les quartiers latéraux pour former la paroi centrale épaisse.
- */ les ligaments latéraux constitués surtout de tissus fibreux et rigides. Ils forment une paroi fine qui entoure toute la partie supérieure du pis, puis pénètre dans la mamelle ou elle constitue un tissu de soutien et d'architecture peu visible.
- */ la peau, souple et fine, et le tissu sous-cutané ne jouent qu'un rôle de suspension mineur par rapport aux ligaments médians et latéraux.

Ainsi construite, une mamelle pleine a plutôt tendance à voir son centre s'abaisser du fait de l'élongation du ligament médian élastique, alors que ses cotés ne se déforment pas. Cela entraîne sur l'axe vertical du pis l'écartement des trayons, ce qui rend plus difficile la pose du faisceau trayeur de la machine à traire. De ce fait, la recherche d'animaux laitiers plus productifs a poussé à sélectionner des vaches à trayons convergents qui, lorsque la mamelle est pleine, restent verticaux et faciles à brancher sur le faisceau trayeur (Marguet, 2009).

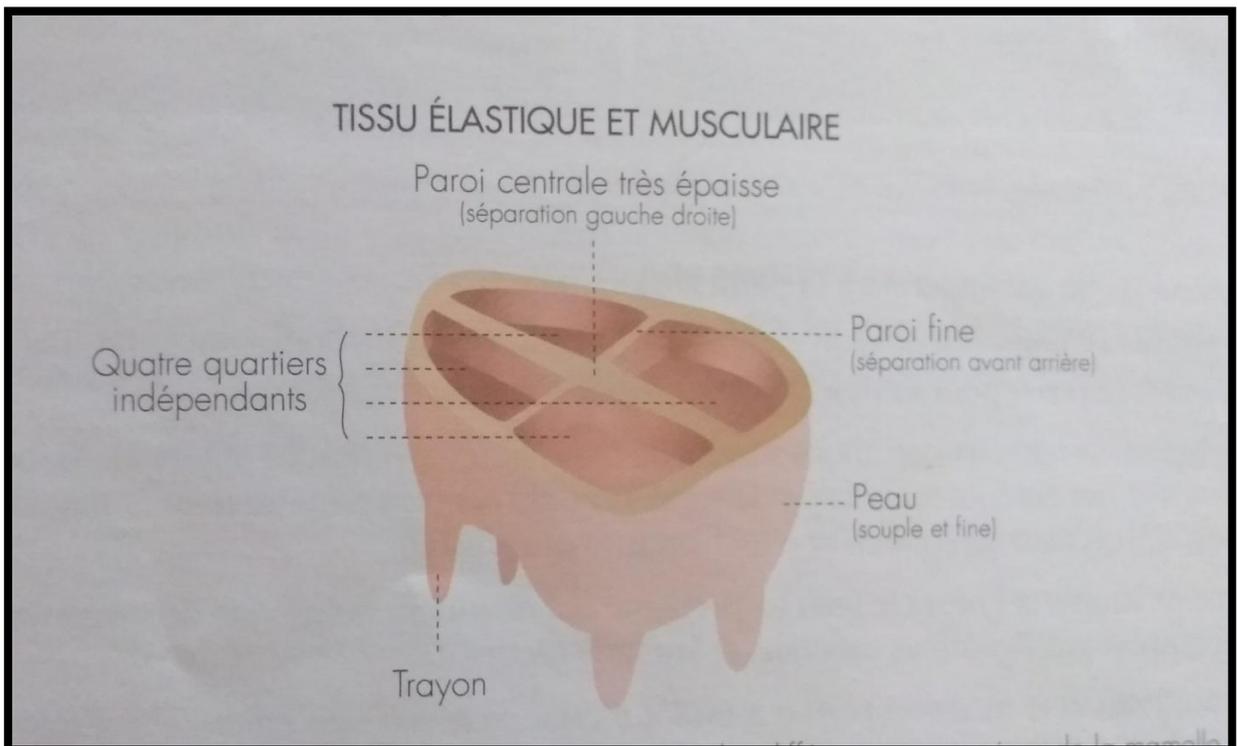


Figure N°01 : Coupe schématique montrant les quartiers et les différentes suspensions de la mamelle (Marguet, 2009).

II.2. Anatomie de la mamelle

La mamelle est une glande tubulo-alvéolaire d'origine ectodermique qui présente l'évolution suivante : cordons mammaires donnant des crêtes mammaires puis des bourgeons mammaires (Marguet, 2009).

II.3. Morphologie

L'ensemble de la mamelle forme une masse volumineuse qu'on appelle le « pis », qui peut peser de 12 à 30 Kg, et qui peut contenir jusqu'à 20 Kg de lait.

Chaque mamelle porte inférieurement en son centre un prolongement saillant appelé mamelon, tétine ou trayon de forme cylindrique, mesurant 5 à 10 cm³ de longueur sur 2 à 3 cm³ de diamètre, et au centre duquel existe un petit orifice arrondi qui porte l'issue du lait.

Le volume et la forme des mamelles varient suivant la période fonctionnelle que l'on considère. Pendant la lactation, alors que la glande est en pleine activité, la mamelle gorgée de lait grossit beaucoup, alors que durant la période sèche, la mamelle revient sur elle-même et se plis plus ou moins (**Duplan, 1973**).

II.4. Structure

II.4.1 Glande mammaire

Elle résulte de la réunion d'un nombre variable de glandes tubuleuses, irrégulières, d'origine ectodermique. Le tissu glandulaire a une apparence poreuse et spongieuse, à cause du grand nombre de vaisseaux sanguins et lymphatiques et des canaux excréteurs (**Duplan, 1973**).

II.4.2. Les lobules glandulaires (acini)

Ils ont la forme d'une petite sphère de 100 à 300 µ de diamètre, croisée d'une lumière assez large comprenant les couches suivant :

- Membrane basale ou vitrée ;
- Assise externe de cellules myoépithéliales avec des myofibrilles formant la partie musculaire de Böll.
- Assise interne des cellules épithéliales présentant des modifications cycliques.

II.4.3. Les canaux excréteurs

Ils forment une arborisation touffue dont les ramifications lutines communiquent avec les acinis ; ces canaux se jettent progressivement les uns dans les autres et on distingue en allant de l'intérieur :

*les canaux intra lobulaires et inter lobulaires.

*les canaux galactophores principaux (au nombre de 5 à 20).

*le sinus galactophore très élastique, pouvant avoir une capacité de 500 cm³ et situé à la base du trayon.

*le sinus du trayon, de 15 à 40 cm logé dans la partie supérieure du trayon, à paroi érectile richement vascularisée et possédant des plis érectiles plus ou moins définis.

*le canal galactophore mesurant de 8 à 12 mm de long, et qui possède à sa partie supérieure un repli muqueux appelé rosette de Fürstenberg (**Duplan, 1973**).

II.4.4. Tissu conjonctif

La charpente fibro-élastique attache les mamelles à la paroi abdominale inférieure et est formée de 02 ligaments formés de tissu fibreux. Cette charpente provient du tendon pré pubien, entoure la mamelle et se réunis dans la plan médian avec celui du côté opposé pour séparer les 02 moitiés latérales de la mamelle. Le ligament médian est ainsi formé de deux couches de tissu fibro-élastiques, réunies par une couche conjonctive alvéolaire (**Duplan, 1973**).

II.4.5. Vaisseaux et nerfs

Avec une branche s'anastomosant avec les divisions de l'artère mammaire. Pendant la lactation, le débit sanguin est de 3à5 fois plus fort que pendant la période sèche, ce qui fait que le débit des 02 artères mammaires équivaut à celui d'une carotide.

Chacune des 02 artères mammaires donne :

*une artère mammaire antérieure qui donne trois branches.

*une artère mammaire postérieure antérieure.

Sac cutané d'enveloppe (**Duplan, 1973**).

II.4.6. Trayon

Le trayon est l'appendice final de la mamelle ; il est occupé en grande partie par le sinus lactifère qui comporte une partie papillaire et une partie glandulaire. Ce sinus lactifère communique avec l'extérieur par un conduit papillaire : le canal du trayon.

La peau du trayon est glabre et dépourvue de glandes sudoripares, sébacées ou muqueuses : cette absence de glandes la rend très sensible aux modifications extérieures de la température, d'hygrométrie et de luminosité.

L'épithélium cutané est constitué de plusieurs couches : de l'intérieur à l'extérieur (**Goureau, 1995**).

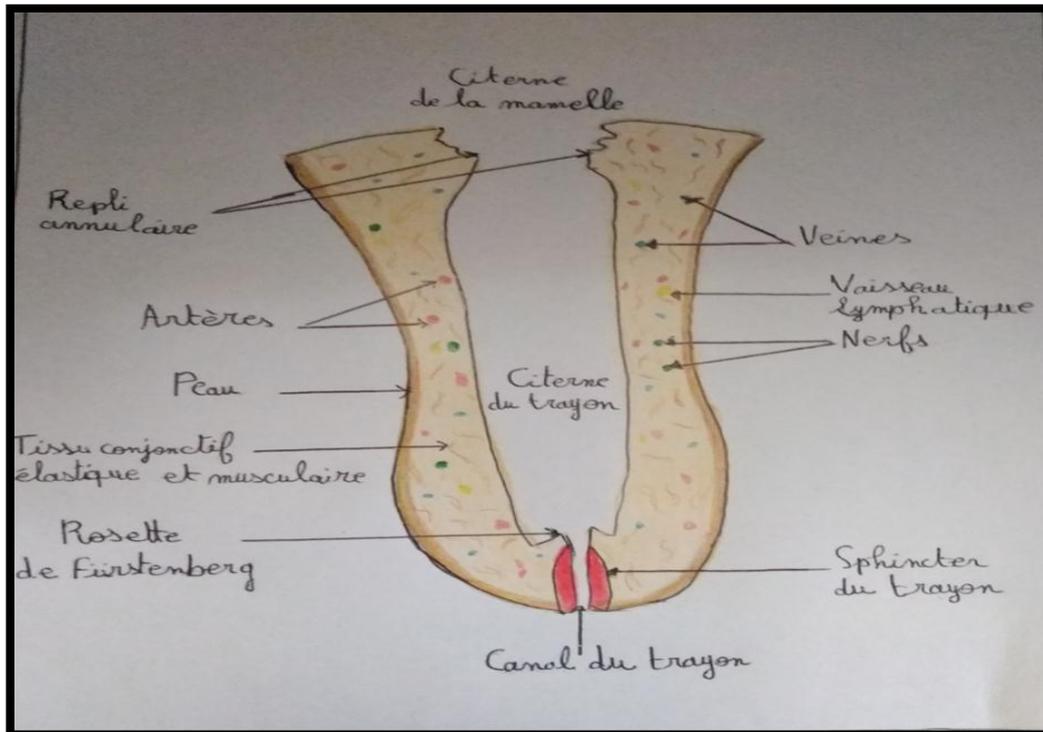


Figure N°02: Coupe schématique d'un trayon de vache (Marguet, 2009).

II.5. Physiologie de lactation

Une fois que la lactation survienne suite à une production majeure d'hormones lactogènes, il suffit d'extraire le lait sécrété et de nourrir convenablement la mère pour qu'elle se poursuive durant des périodes variables selon les espèces.

Lors de la traite ou de la tétée, deux hormones sont sécrétées sous l'impulsion qui est libérée par l'hypophyse postérieure ; l'ocytocine par la voie sanguine parvient à la mamelle ou elle provoque la contraction des cellules myoépithéliales qui enveloppent la contraction des acini, chassant ainsi le lait qu'ils contiennent vers les gros canaux galactophores et vers le trayon.

La libération de prolactine lors de la traite est de plus faible avec l'avancement de la lactation, le rôle de la prolactine au cours de la lactation n'est évident. La prolactine peut être réduite sans influencer considérablement l'intensité de la sécrétion lactée. L'ocytocine ne paraît jouer qu'un rôle purement mécanique sur l'évacuation du lait sécrété (Martinet et Houdebine, 1993).

La sécrétion lactée est sous la dépendance de 02 catégories :

II.5.1. Les facteurs généraux

Tel que la génétique, l'environnement, l'alimentation, le microclimat, etc..., et les agents pharmacodynamiques éventuels (protéines iodées par exemple).

II.5.2. Les facteurs liés à la mamelle

Ces facteurs conditionnent la sécrétion de la prolactine hypophysaire. Cette sécrétion est due à un réflexe neuro-hormonal dont le point de départ est la manne lunaire (stimulation par la traite ou succion du veau). Il faut donc chercher des conditions favorables pour cette sécrétion à travers une bonne conduite à la traite (préparation de la mamelle, rapidité et bonne finition de la traite), (**Martinet et Houdebine, 1993**).

II.6. Fonctionnement de la glande mammaire

À la naissance, la glande mammaire est réduite à un court système de conduit lactifère. Ces conduits s'allongent ensuite et se ramifient. À la puberté, et sous l'influence des facteurs hormonaux, la mamelle subit un développement plus important caractérisé par une extension rapide des conduits avec formation d'alvéoles ou acini. Pendant la gestation ; la glande mammaire atteint son plein développement. Une activité sécrétrice débute dans les cellules alvéolaires vers la fin de gestation (**Vaissaire, 1977**), le chorion devient actif, les cellules se chargent de granules lipidiques et protéiques qui persiste jusqu'au troisième, voir quatrième jour après vêlage. Vient ensuite la synthèse intracellulaire du lait, phase lactogène proprement dite. La synthèse du lait par l'acinus mammaire se fait à partir d'éléments simples prélevés au niveau des capillaires sanguins. La sécrétion dans la lumière de l'acinus des produits synthétisés ou transférés directement du sang se fait au niveau des villosités apicales. Pendant la lactation, la cellule alvéolaire mammaire sécrète l'équivalent de son poids en protéines, en lipides et en sucre chaque jour.

L'aspect des cellules sécrétantes est variable selon les différents stades physiologiques du cycle sécrétoire des acini qui sont :

1. Stade pré-excrétoire
2. Stade excrétoire.
3. Stade de reconstitution.

Ces différentes phases du cycle sécrétoire ne se produisent pas simultanément dans toute l'étendue de la glande mammaire. Certaines zones sont au repos, tandis que d'autres sont en sécrétion ou en lyse. (**Crapelet, 1991**).

II.6.1. La lactogénèse

Sous l'effet de brusques changements dans les concentrations hormonales se déclenchent la lactogénèse, phénomène complexe régit par un certain état d'équilibre entre le taux circulant des stéroïdes ovariens et une série d'autres hormones telles que la prolactine, les glucocorticoïdes et l'hormone thyroïdienne. À l'approche de la mise bas on assiste à une augmentation progressive des oestrogènes et une baisse de progestérone sécrétée par le corps jaune ou par le placenta ce qui entraîne des pics plus fréquents et élevés de sécrétion de prolactine. Dans les quelques heures qui précèdent le part, la lactogénèse est forte amplitude, la prolactine et l'oestradiol

atteignent des niveaux plasmatiques très élevés (Neville et Daniel, 1987 ; Arthur *et al.*, 1992).

En 1986, Houdebine a montré l'action de ces différents paramètres :

- Les oestrogènes stimulent la synthèse des caséines et augmentent les récepteurs de la prolactine.
- Les corticoïdes ont un effet synergique de la prolactine.
- L'insuline augmente le réticulum endoplasmique.

II.6.2. Maintien de la sécrétion lactée

Le maintien de la sécrétion lactée est dépendant de la vidange de la mamelle et de la tétée ou de la traite. L'excitation du trayon par la traite, grâce aux voies efférentes, gagne les centres nerveux et l'hypothalamus qui sécrète la prolactine, l'ACTH et l'ocytocine (Deriveaux et Ectors, 1980).

III. généralité sur les mammites

III.1. Définition de mammite

La mammite bovine est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle de la vache. Elle est généralement septique et provoquée la plupart du temps par une infection bactérienne. Des mammites aseptiques existent cependant, elles sont rares et provoquées par des traumatismes locaux, des toxiques ou des désordres physiologiques (Rémy, 2010).

III.2. Type de mammite

III.2.1. Mammite clinique

Les mammites cliniques sont définies par la présence de symptômes fonctionnels, elles entraînent systématiquement une modification du lait dans son aspect, sa texture et dans la quantité produite (grumeaux, pus, caillots sanguins, etc.). Les mammites cliniques peuvent être associées à des signes locaux (douleur, chaleur, œdème, rougeur, etc.) et/ou généraux (hyperthermie, abattement, anorexie, etc.) (Rémy, 2010).



Figure N°03: Mammite clinique (Durel *et al.*, 2011).

III.2.2. Mammite subclinique

Par définition, les mammites subcliniques sont asymptomatiques. Les animaux atteints ne présentent ni symptômes fonctionnels (pas de modification du lait), ni symptômes locaux (pas de signes externes d'inflammation), ni symptômes généraux. Ces mammites se traduisent uniquement par une réaction immunitaire mise en évidence indirectement par une augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait (Rémy, 2010 ; Bosquet *et al.*, 2013).



Figure N°04: Mammite subclinique (Durel, 2010).

Tableau N°03: Caractères photogéniques et responsables des mammites subcliniques et des mammites cliniques aiguës (Jean Marie *et al.*, 2011).

Espèces Bactériennes	Sévérité des infections	Persistance des infections	Réservoirs de micro-organismes	Mécaniques du transfert des micro-organismes
Staphylocoque (<i>S. aureus</i>)	+	+++	Mamelle	A l'occasion de la traite

Streptocoque (S. agalactiae)	++	++	Mamelle	A l'occasion de la traite
Streptocoque (S.uberis)	++	++	Mamelle	A l'occasion de la traite
Streptocoque (S.uberis)	++	++	Litières	En dehors des traites
Calo basile (E. coli)	+++	+	Litières	En dehors des traites

+++ : Importante ++ : Moyenne + : faible

III.3. Etiologie de mammites

La majorité des mammites sont d'origine bactérienne. Il est décrit plus de 200 espèces bactériennes différentes provoquant des mammites chez les bovins dans la littérature scientifique (**Blowey et Edmondson, 2010**).

Les bactéries majeures sont les bactéries qui sont le plus souvent isolées lors d'examen bactériologique en cas de mammites. Une étude de **Zecconi et al., en 2010**, sur 43 285 quartiers bactériologiquement positifs dans 108 élevages entre 2002 et 2009 a montré que la majorité des bactéries isolées de mammites en Italie (40 %) étaient des staphylocoques à coagulase négative (SCN). Les streptocoques contaminant les vaches via l'environnement tel *Streptococcus uberis* étaient présents dans 30 % des quartiers infectés. Les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus dysgalactiae* étaient retrouvées chacune dans 14 % des quartiers infectés. Enfin, les entérobactéries ont été identifiées dans environ 9 % des quartiers positifs. Dans une enquête effectuée en France, **Bidaud et al., 2010** ont isolé sur 464 prélèvements de lait positif faisant suite à une mammitte subclinique ou clinique dans des élevages français entre 2005 et 2007. Ils ont identifié dans 70% des cas des bactéries majeures : *Streptococcus uberis* (25% des isolats), suivi par *Escherichia coli* (18%) puis les staphylocoques spp. à coagulase négative (14%) et *Staphylococcus aureus* (13%).

Tableau N°04: Fréquence et gravité des infections par les agents pathogènes, origine de la contamination (**Dominique Rémy, 2010**).

Agents pathogènes du lait	Fréquence et gravité	Contamination du lait		Prévention
		Origine Environnement	Origine intra-mammaire (avec ou sans mammitte)	
Staphylocoques entérotoxigènes (pouvant provoquer des troubles digestifs)	Fréquents et sous-estimés, car entraînent des diarrhées bénignes	Peau du trayon, mains du trayeur (30 à 60 % des staphylocoques d'origine humaine sont toxiques pour	Fréquente (mais seulement 10 % des staphylocoques de vache marmiteuses sont toxiques pour l'homme)	Hygiène de la traite, soins de la peau et des trayons et de la peau du trayeur.

		l'homme).		
Salmonella Sp	Moyennement fréquente, des cas bénins à graves, formes diarrhéiques et avortements.	Déjections	0,6 % des vaches ; provenant d'élevages ayant livré un lait contaminé.	Hygiène du bâtiment, de la litière, et hygiène de la traite.
Listeria Sp.	-Rares -Graves -Septicémie -Avortements formes méningées rares.		On retrouve des vaches excrétrices dans moins de 2% des troupeaux, fournissant un lait contaminé par des Listeria.	
Colibacilles produisant certaines toxines	Rares ; de moyennement graves à graves.		Très rares ; 0-3 % des colibacilles sont responsables de mammites cliniques, et de TIAC.	

III.4. Symptomatologie

Classiquement, on distingue 03 types de symptômes :

III.4.1 Les symptômes généraux

Dont les modifications sont plus ou moins importantes de l'état général, tel que la perte d'appétit, l'absence de rumination et de l'hyperthermie (**Vestweber, 1994**).

III.4.2. Les symptômes locaux

Qui au niveau du pis, et se traduisent par les signes classiques de l'inflammation macroscopie, et de la qualité du lait (**Vestweber, 1994**).

III.4.3. Symptômes fonctionnels

Ce sont les modifications macroscopiques visibles dans le lait, concernant l'aspect, la coloration et l'homogénéité du lait (**Kelly, 1971**).

III. 5. Diagnostic

III.5.1. Examen clinique

L'examen clinique de la mamelle et des sécrétions mammaires constitue le pilier de la démarche de diagnostic des mammites. C'est le moyen le plus simple et le moins onéreux disponible.

Cet examen doit être réalisé en trois temps :

- Examen visuel de la mamelle
- Palpation de la mamelle ·
- Examen visuel des sécrétions mammaires.

L'examen clinique de la mamelle et du lait permet de mettre en évidence un processus inflammatoire qui peut être induit par une infection. Ce processus inflammatoire est proportionnel au caractère pathogénique du germe en cause. Ainsi certains germes vont avoir tendance à provoquer des mammites aiguës alors que d'autres germes ne provoquent que des symptômes plus frustrés (**Poutrel, 2002**).

La mise en évidence des modifications tant au niveau de la mamelle que du lait n'est pas toujours aisée. Dans le cas des mammites subcliniques, elle peut même être impossible (pas de modification du lait et de la mamelle). L'utilisation régulière d'un bol à fond noir peut faciliter la tâche. La détection des premiers symptômes est une des clefs de la réussite des traitements (**Lepage, 2014**).

III.5.2. Examen bactériologique

L'examen bactériologique du lait consiste à mettre en évidence et à identifier des bactéries pathogènes présentes dans le lait. La glande mammaire est normalement stérile, l'isolement d'une bactérie dans son lait signifie qu'elle est atteinte d'infection intra-mammaire. L'examen bactériologique du lait est considéré comme la méthode de référence en matière de classification d'individus infectés et non infectés et la prévalence des infections mammaires ainsi estimée est qualifiée de prévalence réelle. Toutefois, cette méthode présente des défauts pour mener des études épidémiologiques sur de grandes populations : d'une part, son coût très élevé, et d'autre part, des exigences techniques pour sa mise en œuvre. En effet, les échantillons doivent être prélevés sous des conditions d'asepsie rigoureuse afin d'éviter les contaminations. Il y a aussi la difficulté d'interprétation de ses résultats (existence d'individus faussement déclarés négatifs ou faussement déclarés positifs). Malgré ces contraintes, l'examen bactériologique reste la méthode de référence lors d'évaluation d'autres méthodes de classification d'individus infectés et non infectés (**NMC, 1999**).

III.5.3. Méthodes alternative

La colonisation de la mamelle, normalement stérile, par une espèce bactérienne conduit à des modifications plus ou moins importantes de la composition du lait, selon la sévérité de l'infection (**Poutrel, 2002**).

Ces changements de composition reflètent notamment la diminution des capacités sécrétoires du tissu mammaire et l'importance des dommages subis par ce dernier, ainsi que la réponse développée par l'animal pour combattre l'infection. Plusieurs

constituants du lait dont la concentration est modifiée de manière importante ont été proposés pour le diagnostic des mammites (**Kitchen, 1981**).

Il s'agit dans tous les cas de tests indirects destinés à établir une présomption d'infection, dont la sensibilité et la spécificité, c'est à dire la capacité d'identifier les mamelles infectées et les non infectés, est évaluée par comparaison à la méthode de référence, le diagnostic bactériologique. Cette méthode de référence est peu utilisée en routine du fait des contraintes techniques exigées, de son coût qui rendent impossible l'exploitation d'un grand nombre d'échantillons, et du fait que l'obtention du résultat est différé dans le temps (**Poutrel, 2002**).

III.5.3.1. La concentration cellulaire de lait(CCS)

La mesure de la CCS est utilisée comme critère indirect d'infection (**Kitchen, 1981**). Il s'agit d'un test basé sur les valeurs des CCS pour classer les individus en infectés ou non infectés (test-CCS) : les individus ayant une CCS supérieure à un seuil donné sont classés infectés. Ceux ayant une CCS inférieure ou égale à ce seuil sont classés non infectés. Il existe deux types d'appareils pour mesurer la CCS : le Fossomatic et le Compteur Coulter. Le Compteur Coulter compte les particules supérieures à une taille donnée. Le principe de cet appareil est basé sur le comptage d'impulsions électriques provoquées par le passage des particules entre deux électrodes. Le Fossomatic quant à lui, compte les noyaux cellulaires rendus fluorescents grâce à une solution de bromure d'éthidium (**Leray, 1999**). Ces deux appareils sont étalonnés grâce au comptage microscopique sur lame (**Anonyme, 1995**).

L'analyse peut être pratiquée sur le lait de mélange des quatre quartiers et sur le lait du tank " La concentration cellulaire individuelle (CCI) correspond au nombre de cellules somatiques présentes dans un millilitre de lait produit par une vache donnée. Elle est déterminée chaque mois sur les échantillons prélevés dans le cadre du contrôle laitier. Les pourcentages de CCI supérieurs à un seuil donné décrivent la prévalence des infections subcliniques. Différents seuils ont été proposés. La prévalence des infections subcliniques est couramment décrite à l'aide des pourcentages de CCI supérieurs aux seuils de 300 000 et 800 000 cellules par millilitre (**Serieys, 1985**).

Ainsi, on peut considérer qu'une vache est :

- non infectée durablement lorsque toutes les numérations cellulaires sont inférieures à 300 000 cellules/ml.
- suspecte ou douteuse dès qu'une de ses numérations dépasse 300 000 cellules/ml.
- Infectée durablement lorsqu'au moins 2 de ses numérations dépassent 800 000 cellules/ml.

Dans les troupeaux actuels, le seuil de 200 000 cellules/ml est plus pertinent pour dépister l'infection par un pathogène majeur (**Dohoo et Leslie, 1991 ; Seegers, 1999**).

Etant donné que la CCI est mesurée sur le lait de mélange des quatre quartiers, il y a un phénomène de dilution qui se produit. Le statut infectieux de la vache peut être mal apprécié (**Seegers, 1999**).

III.5.3.2. Le CMT (California Mastitis Test)

Ce test est basé sur l'emploi d'un détergent (solution de Teepol à 10%) et d'un colorant (pourpre de bromocrésol) sur le lait. Ce test est facilement réalisable après lavage et essuyage des trayons, les prélèvements de lait sont réalisés dans chaque quartier. Ils sont collectés dans de petites coupelles en matière plastique opaque ou transparente, chaque coupelle étant attribuée à un quartier bien défini. L'opérateur élimine ensuite l'excédent de lait pour ne conserver que deux millilitres par coupelle. Il rajoute ensuite une quantité égale (2ml) de tensioactif et par un mouvement de rotation mélange les deux liquides dans les coupelles. La lecture qui doit être immédiate s'effectue par comparaison avec une échelle de couleur et de viscosité. La relation entre le nombre de cellules et le score du CMT est établie approximativement dans le tableau 01 d'après les résultats de **Schalm et al., (1957)** et **Schneider et al., (1966)**.

L'adjonction de tensioactif dans le lait provoque la lyse des cellules présentes par destruction des parois et la libération des constituants cellulaires et en particulier l'ADN celui-ci, constitué de longs filaments, forme alors un réseau qui enrobe les globules gras et autres particules. Ce réseau va avoir pour effet d'augmenter la viscosité du lait voire de provoquer un flocculat qui sera d'autant plus important que le dénombrement cellulaire est grand.

L'indicateur coloré apporte une précision supplémentaire : la modification du pH. Le pH du lait sain est de 6,5 à 6,7 et peut passer à 7 voire plus en cas d'infection mammaire.

Tableau N°05: Lecture du CMT et relation entre le score et la numération cellulaire (**Schalm, 1957 ; Schneider et al., 1966**).

Lecture		Interprétation	Relation avec la numération cellulaire moyenne (x 103 /ml)		
Aspect	Score CMT	Infection	Schalm	Schneider	Moyenne
Consistance normale couleur grise	0 (-)	Absente	0 - 200	0 - 200	100
Léger gel disparaissant après agitation couleur gris	1 (±)	Risque d'infection par un pathogène mineur	150 - 500	200 - 600	300

violacé					
Léger gel persistant, filaments grumeleux couleur gris violet	2 (+)	Mammite subclinique	400 – 1 500	500 – 2 700	900
Epaississement immédiat, amas visqueux au fond de la coupelle	3 (++)	Mammite subclinique	800 – 5 000	1 700 – 8 000	2 700
Gel épais, consistance du blanc d’œuf Couleur violet foncé	4 (+++)	Mammite subclinique à la limite de l’expression clinique	> 5 000	> 8 000	8 100

III.5.3.3. Mesure de la conductivité(CE)

Cette méthode de diagnostic plus récente s’adresse au dépistage non seulement des mammites cliniques mais également aux mammites subcliniques. Elle est basée sur la capacité du lait à conduire le courant électrique et aux variations observables lors d’infection mammaire. L’inflammation peut conduire à une altération de l’épithélium sécrétoire et une modification de la perméabilité capillaire. Une augmentation de la concentration en ions Na⁺ et Cl dans le lait se produit, alors que la concentration de K⁺ diminue en raison de la destruction des liaisons entre les cellules et de l’altération du système de pompage ionique provoquées par les germes pathogènes (**Kitchen et al., 1980**). L’unité de mesure de la conductivité électrique est mS/cm. Pour un lait normal, les valeurs se situent entre 4,0 et 5,5 mS/cm à 25°C (**Billon et al., 2001**).

La détection des mammites par la mesure de la conductivité électrique du lait a été étudiée depuis quelques années, avec des résultats parfois contradictoires (**Jensen et Knudsen, 1991** ; Hamann et **Kömker, 1997**). La valeur prédictive positive de ce test est faible (**Hamann et Zeconi, 1998** ; **Ruegg et Reimann., 2002**). Ces auteurs concluent que la mesure de la conductivité du lait n’apparaît pas nettement supérieure au CMT ou à la CCS.

III.5.3.4. Méthodes basées sur la détection d’anticorps spécifiques dans le lait

La détection dans le lait d’anticorps spécifiques d’une espèce bactérienne par des techniques immunoenzymatiques de type ELISA présente un certain nombre D’avantages :

1. Elle n’impose pas la nécessité de prélèvements aseptiques
2. Elle peut être réalisée sur des échantillons qui ont été congelés ou qui contiennent un conservateur.

3. Elle est automatisable au laboratoire et donc d'un coût nettement moins élevé que celui des analyses bactériologiques.
4. Elle donne un résultat dans un délai court, souvent inférieur à 2 heures.

Cette recherche d'anticorps présente deux inconvénients majeurs :

1. Elle est négative si l'infection est récente (moins de 15 jours) et peut rester Positive alors que l'infection n'est plus présente.
2. Elle peut donner des résultats faussement positifs au tout début et en fin de lactation et en cas d'inflammation due à une espèce bactérienne autre que celle qui est recherchée.

Aux Etats Unis, pour la détection des mammites à *Staphylococcus aureus*, les tests ProStaph ont été commercialisés, selon les auteurs, des résultats très variables : sensibilité variant de 59 à 92% et la spécificité de 54 à 100% (**Fox et Adams, 1999**).

III.5.3.5 Polymérase en Chain Réaction (PCR)

La méthode de PCR est une amplification génique de l'ADN. Dans le cadre des mammites, elle est utilisée pour la recherche des acides nucléiques de bactéries, de levures et d'algues dans le lait. L'analyse PCR est une alternative à la bactériologie. L'analyse nécessite la même qualité de prélèvement stérile que la bactériologie. L'ADN contenu dans les bactéries est extrait et amplifié grâce à des amorces qui correspondent aux séquences recherchées. Les résultats sont présentés de manière semi-quantitative et indiquent si l'agent pathogène est présent dans l'échantillon en plus ou moins grande quantité. L'analyse entière prend quatre heures dont deux nécessitant des manipulations (**Schmitt-Van de Leemput *et al.*, 2013**).

L'analyse PCR est difficile à interpréter pour des cas individuels en raison de sa trop grande sensibilité de détection, elle détecte aussi les bactéries présentes en très petite quantité.

Elle permet d'identifier les agents pathogènes responsables de mammites à l'échelle d'un troupeau. Les résultats d'une analyse PCR et de la bactériologie sont identiques dans une majorité de cas concernant les mammites cliniques comme subcliniques. L'analyse PCR, plus sensible au niveau de la détection, décèle cependant la présence de bactéries qui ne sont pas détectées en bactériologie classique (**Schmitt-Van de Leemput *et al.*, 2013**). Cela rend son interprétation plus complexe surtout quand les quantités de bactéries sont faibles. L'analyse PCR est quand même utile à l'établissement de profils d'élevages, même si elle ne permet pas d'apprécier la résistance aux antibiotiques des souches identifiées.

III.6. Traitement

III.6.1. Prophylaxie médicale

III.6.1.1 Vaccination

La vaccination a pour objectif de protéger l'animal vacciné avec trois axes : diminuer la sévérité des signes cliniques, réduire le nombre de cas et baisser les CCSI. En France, un seul vaccin dispose d'une autorisation de mise sur le marché (AMM), il s'agit du vaccin Starvac® du laboratoire Hipra. Ce vaccin est composé de deux valences : l'une est constituée d'une souche d'E. coli, et l'autre d'une souche de S. aureus. La souche d'E. coli possède un lipopolysaccharide (LPS) de membrane incomplet, elle apporte donc des antigènes communs aux souches d'E. Coli mais également aux autres entérobactéries (Klebsiella, Serratia, Proteus, etc.). La souche de S. aureus comprend un polysaccharide capsulaire de type 8 et produit un composant extracellulaire pseudocapsulaire dit « slime », antigène commun aux souches de S. aureus et aux staphylocoques à coagulase négative (**Poutrel, 2014**). Il s'agit donc en principe d'un vaccin à « spectre large » vis à vis des bactéries Gram négatives et des staphylocoques responsables de mammites bovines. Le protocole de vaccination comprend trois injections intramusculaires profondes : la première 45 jours avant la date présumée du vêlage, la deuxième 10 jours avant le vêlage et la troisième 52 jours après celui-ci. Un autre protocole est proposé selon le fabricant quelque soit le stade physiologique de l'animal. Il est composé d'une primovaccination avec deux injections à trois semaines d'intervalle suivi d'un rappel tous les trois mois. L'immunité apparaît à partir du treizième jour suivant la première injection et persiste jusqu'au soixante-dix-huitième jour suivant la troisième injection d'après le fabricant (**Poutrel, 2014**). L'estimation approximative et inexacte de la durée de la gestation, les avortements et les vêlages précoces sont les principales sources de vaccination incomplète, ces événements courants dans la vie réelle d'un élevage impactent l'efficacité de la vaccination. Les études européennes sur le sujet ont des résultats différents. L'efficacité du vaccin contre S. aureus dépend des caractéristiques de l'élevage et de la conduite de celui-ci (**Schukken et al., 2014**). **March et al., (2010)** dans leur étude pour l'obtention de l'AMM du vaccin ont constaté une diminution du nombre de mammites à entérobactéries, à S. aureus et à SCN, une baisse du nombre de traitements utilisés dans les lots vaccinés ainsi que des CCSI inférieures bien que élevées par rapport à la norme (328 000 cell/mL). **Sérieys, (2011)** a également observé une diminution des CCSI mais uniquement pour les vaches multipares.

III.6.2. Prophylaxie sanitaire

III.6.2.1 Hygiène et santé des animaux

L'hygiène de la traite et des bâtiments est une composante importante de la lutte contre les mammites. Les principaux facteurs de risque de l'élevage identifiés sont à prendre en compte dans le plan de lutte. Il convient de diminuer leur impact voire de les supprimer si cela est possible. La santé des animaux est un facteur important dans la lutte contre les mammites. Une surveillance particulière doit être apportée aux animaux en mauvais état général ou ayant une des toxines et des médiateurs de l'inflammation. L'augmentation du nombre de traites par jour pourrait en théorie contribuer à la guérison d'une mammite. La réalisation d'une traite plus fréquente est déconseillée lors de mammites dues aux streptocoques environnementaux. Les vaches traitées via des traites fréquentes seules ou via l'association d'une antibiothérapie intra-mammaire et des traites fréquentes avaient des taux de guérison clinique et microbiologique inférieurs à ceux des vaches témoins (**Roberson *et al.*, 2004 ; Krömker *et al.*, 2009**). La traite fréquente augmente la contagion et accroît le temps de guérison (**Roberson *et al.*, 2004**). Actuellement, la traite fréquente n'est pas recommandée en France à cause de ses effets défavorables sur la guérison des mammites et des difficultés pratiques pour la réaliser. autre maladie. Les autres maladies prédisposent aux mammites par une action mécanique comme la fièvre de lait qui induit un relâchement du sphincter, par une baisse de l'immunité telles les métrites et les acétonémies, ou parce qu'elles modifient le comportement de l'animal comme les boiteries qui augmentent le temps de couchage (**Durel *et al.*, 2011**).

III.6.2.2. Augmentation du nombre de traites par jour

La traite permet l'évacuation du lait et avec celui-ci d'une partie des bactéries,

III.6.3. Plans de traitement d'antibiothérapie

Pour l'antibiotique par voie diathélique, **Bosquet *et al.*, 2013** recommandent une association large spectre Gram + et Gram – de type β -lactamine – aminoside, amoxicilline – acide clavulanique ou bacitracine – néomycine. Le traitement par voie générale cible les Gram – afin de lutter contre les conséquences de la bactériémie avec des fluoroquinolones, du sulfamide – triméthoprimine , des aminosides ou de la colistine (**Bosquet *et al.*, 2013**). **Suojala *et al.*, (2010)** ne recommandent pas l'utilisation de l'enrofloxacin sur les mammites cliniques aiguës à *E. coli*. Dans leur étude, le recours à de l'enrofloxacin en plus d'un traitement à base de kétoprofène (AINS), ne modifiait pas significativement le taux de guérison et de survie. **Lago *et al.*, (2011)** recommandent l'utilisation d'antibiotiques ciblés en cas de mammites cliniques de grade 1 à 2 dues à des bactéries Gram + et un traitement symptomatique seul pour les mammites dues à des bactéries Gram -. Dans leur étude sur 422 vaches nord-américaines, ils montraient que le choix d'une antibiothérapie ciblée n'induisait

aucune différence en termes de réussite du traitement à court et long terme : la guérison clinique et bactériologique, l'apparition d'une nouvelle infection intra-mammaire, le risque d'échec du traitement dans les 21 jours, la production laitière, le taux de survie, etc. L'utilisation de l'antibiothérapie ciblée a permis à **Lago et al., (2011)** de diminuer de moitié leur consommation d'antibiotiques intra-mammaires.

Les mammites cliniques non accompagnées de signes généraux sont souvent des infections récentes et de localisation parenchymateuse superficielle. **Bosquet et al., (2013)** recommandent l'utilisation de la voie diathélique en première intention. La voie générale est justifiée seulement lors de congestion importante du quartier, qui restreint la bonne diffusion de l'antibiotique intramammaire ou lors de mammite subclinique précédemment détectée qui devient clinique.

III.7. Risque de la maladie

III.7.1. sur le plan économique

La mammite est une maladie sporadique rencontrée chez toutes les espèces animales. Chez la vache laitière et à travers le monde, elle reste la plus coûteuse et la plus répandue. Bien que le producteur n'en ai pas conscience, les mammites ont des répercussions économiques considérables. A titre d'exemple, en 1986, en France, **Poutrel** rapporte que les pertes annuelles dues aux mammites ont été estimées à plus de deux milliards de francs. Aux Etats unis, **Nickerson en 1987** ainsi que **EBERHART et al., 1987** estiment les pertes à deux milliards de dollars.

III.7.2. Sur le lait

III.7.2.1. Point de vue quantitatif

L'infection mammaire engendre une baisse de la production laitière estimée à 30% de la production du quartier et n'est que de 15% de la production de la vache. Cette baisse de production relative au quartier infecté peut être largement composée par une augmentation de la valeur de lait retiré de la vente représente 340 Kg de lait commercialisable.

La perte de lait et de revenus dues aux mammites cliniques est facile à déterminer du fait qu'elle correspond à la production des vaches traitées avec des antibiotiques qui ne peut être commercialisé pendant trois ou quatre jours. Cependant, les pertes dues aux mammites sub-cliniques sont bien plus graves par ce que :

Le contrôle des mammites sub-cliniques est tout aussi ou si non plus important que le traitement des cas cliniques par ce que :

Les vaches infectées sont des réservoirs permanents pouvant provoquer de nouvelles infections chez d'autres vaches.

La plupart des mammites cliniques sont le résultat de mammites sub-cliniques non diagnostiquées, donc non traitées. De ce fait, il est possible de dire que le contrôle des mammites sub-cliniques est le meilleur moyen de contrôler les mammites cliniques (**Remeuf, 1994**).

III.7.2.2. Point de vue qualitatif

L'impact des mammites va au-delà de la barrière de la ferme. La composition du lait « mammitique » change et sa qualité est réduite. Les modifications induites portent sur les caractères physico – chimiques et bactériologiques compromettent sa propreté pour la consommation et la transformation (**Remeuf, 1994**).

III.8. Complications

Une mammitite se complique dans les cas graves par l'apparition de zones de gangrène, parfois ce sont des abcès qui se développent dans le tissu glandulaire. Le stade terminal de la mammitite chronique est l'atrophie de la glande. Selon la gravité et le type de l'infection mammaires, la mammitite peut s'accompagner d'une réaction générale comprenant de la fièvre, de la toxémie de l'anorexie et de l'abattement de l'animal, d'autre part et à moindre mesure compromettre son avenir en production.

Suite à une thérapie même bien menée ou après guérison spontanée, une mammitite laisse généralement des séquelles irréversibles au niveau de la glande mammaire. L'importance de ces séquelles augmente, d'une part avec la sévérité de l'infection, et d'autre part avec l'âge de la vache atteinte. Ces facteurs d'aggravation isolés ou associés, font qu'une glande mammaire complètement guérie ne reprenne presque toujours pas son niveau de production initial, et les lésions du parenchyme mammaire engendrées par l'inflammation persistent occasionnant des fuites permanentes d'électrolytes (Na⁺,Cl⁻) vers le lait (**Luquet, 1990**).

IV. Le lait mammitique

IV.1. Définition

Les modifications de la composition du lait seraient la conséquence, du fait que la transformation des éléments du sang en élément normaux du lait le rend trouble (**Bortree et al., 1962**). Une perméabilité capillaire accrue au cours de l'inflammation entraînerait une admission plus rapide que la normale de protéines du sang dans le lait. **Nicolet (1962)**, parle aussi d'une perméabilité accrue de l'épithélium des glandes à la fraction de sérum du sang. La composition du lait pourrait, de ce fait, se rapprocher plus ou moins de celle du sang.

IV.2. Altération de compositions de lait mammitieux

IV.2.1. Teneur en matières grasses et extrait sec dégraissé

Dans le lait de quartiers, l'on constate une diminution de la teneur en matière grasses et en extrait sec dégraissé, dans le cas de mammites.

La constatation dans des échantillons de quartiers de mamelle infectés de Staphylocoques pyogènes, pour une période de lactation entière au cours de laquelle les quartiers malades furent traités, une baisse de 12 % de la teneur en matière grasse et de 11 % de la teneur en extrait sec dégraissé comparativement aux quartiers sains. Ils ont constaté aussi une faible diminution du pourcentage d'extrait sec dégraissé dans le lait de quartiers infectés par Staphylocoques pyogènes. La diminution était de $0,19 \pm 0,03\%$ pour la matière grasse, et de $0,20 \pm 0,02$ pour l'extrait sec dégraissé (**Rowland et al., 1959**).

IV.2.2. Teneur en protéines

Beaucoup d'auteurs estiment que la teneur en protéines totales du lait provenant des vaches atteintes de mammites est plus élevée. Ils ont pu constater que le pourcentage relatif augmentait de 7,5% dans le cas de la mammite chronique et de 14 % dans le cas de la mammite aigue dans du lait de quartiers (**Teute, 1961**). Ce dernier a relevé une corrélation positive entre le degré d'inflammation du pis et la teneur en protéines totales dans les bidons de lait (**Keis, 1963**).

La teneur en protéines totales dans du lait de quartiers resterait à peu près égale : **Heeschen, (1966)** n'a aussi découvert aucune relation entre la teneur en protéines totales dans du lait de quartiers (déterminée par la méthode au noir amidon), et la présence de mammites ou de troubles dans du lait de quartiers dans diverses formes d'inflammations du pis, ce qui a aussi été signalé par **Renk et Teute (1958)**.

IV.2.3. Teneur en lactose

Il est généralement admis que la teneur en lactose du lait d'animaux aux mamelles malades, est inférieure à la normale. Il va de soi que cette baisse est la plus nette dans les échantillons prélevés aux quartiers de la mamelle. **Keis (1963)** a cependant pu constater aussi dans des échantillons prélevés au bidon une corrélation statistique négative, à vrai dire moins prononcée, mais tout de même confirmée, entre le degré d'inflammation du pis, déterminé par l'épreuve de **Schalm** modifiée, et la teneur en lactose du lait. **Filipovitch et al., (1956)**, n'ont, en revanche, découvert aucun rapport entre la teneur en lactose et la mammite dans le lait de vaches prises individuellement ; ils ont même constaté, dans de nombreux cas, une teneur en lactose normale du lait chez des animaux atteints d'inflammation aigue de la mamelle. **Teute, (1961)** a même relevé une augmentation de la teneur en lactose dans du lait de

quartiers d'animaux souffrant de mammite chronique, mais il a aussi relevé une baisse dans les cas aigus.

IV.2.4. Teneur en vitamines

L'impression que diverses vitamines ne sont présentes qu'en quantités moindres dans le lait de mammite n'est pas toujours confirmée par les recherches les plus récentes.

Davis et Mc Clemont, (1939) qui ont examiné du lait de vaches prises individuellement, font état d'une diminution de la teneur en aneurine, en lactoflavine et en acide ascorbique du lait d'animaux au pis malade. **Nani et Defranceschi (1957)**, ont examiné le lait de 20 vaches au cours de différentes phases d'une infection par *S. agalactiae*. La teneur en toutes vitamines du complexe **B** augmentait au cours de la phase clinique. **Marmori et al., (1957)**, n'ont relevé aucun écart significatif entre les teneurs en carotène et en vitamine A des laits provenant les uns de quartiers sains et les autres des quartiers correspondants infecté de *S. Agalactiae*.

Selon **Owen (1965)**, il se produit une baisse de la teneur en vitamine **A**, sous la forme d'esters, et une hausse de la teneur sous la forme d'alcool, ceci du fait d'une estérification défectueuse dans la mamelle.

I. Protocole expérimental

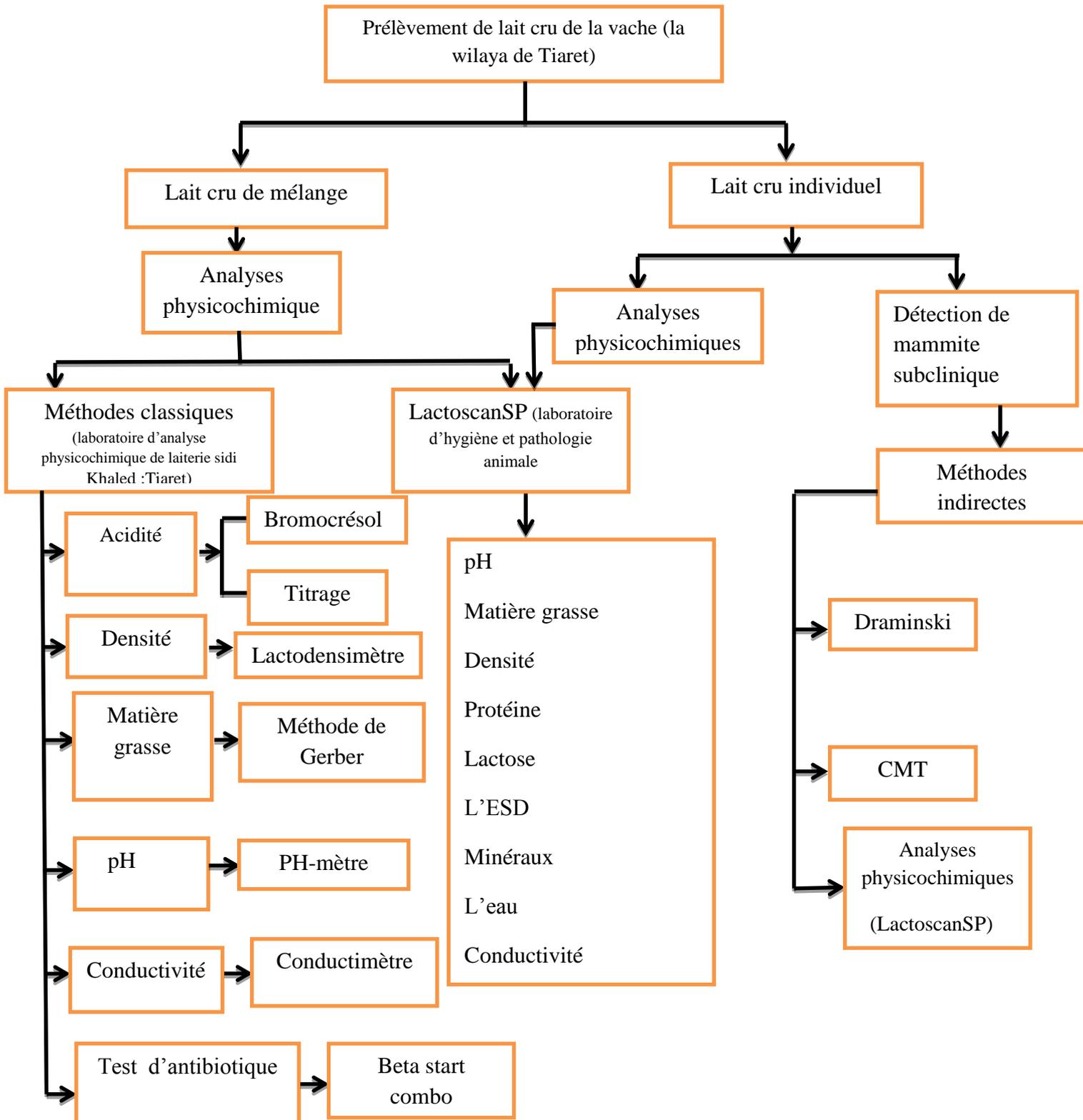


Figure N°05: Organisation de protocole expérimental.



Vaches sains



Test de California(CMT)



Test de Draminski



Prélèvements de lait



Figure N°06: Détection de mammites subclinique.

I.1. l'étude de la qualité physicochimique de lait cru

I.1.1. Echantillons de lait cru de mélange

Les échantillons utilisés dans la présente étude proviennent de troupeaux des bovins sains, de différentes races, conduits selon un système d'élevage extensif dans la willaya de Tiaret.

Les échantillons de lait cru de mélange (113 échantillons) ont été prélevés au niveau de laboratoire physicochimique de la laiterie sidi khaled durant une période s'étalant du mois d'avril au mois de novembre 2020. Les prélèvements ont été réalisés le matin.

Le lait de vache arrive à l'usine dans des camions-citernes isothermes. Dès la réception à la laiterie, un échantillon de lait est prélevé pour des tests rapides : acidité, densité, matière grasse, conductivité, test d'antibiotique. En cas de résultat positif, la vidange des citernes est effectuée. Après la réalisation de différentes analyses physicochimiques par méthodes classique (acidité, densité, matière grasse, conductivité, test antibiotique), Les échantillons du lait prélevés sont recueillis dans des flacons en verre stériles et conservés à 4°C. Ils sont acheminés aussitôt, au laboratoire d'hygiène et pathologie animal (Institut des sciences vétérinaire) dans une glacière empilée de poche de glace pour effectuer les différents paramètres physico-chimiques (pH, température, l'ajout de l'eau, point de congélation, matière grasse, densité, lactose, protéines, sels minéraux, conductivité, matière sèche dégraissée) par une mesure directe, utilisant un lactoscan ULTRASONIC MILK ANALYSER (fig7.)



Figure N°07: LactoscanSP ULTRASONIC MILK ANALYSER.

(Laboratoire d'hygiène et pathologie animal, Institut des sciences vétérinaire, Tiaret).

I.2. Les analyses physicochimiques

Au niveau de laboratoire physicochimique de la laiterie sidi khaled, les analyses physicochimiques ont été effectuées par méthodes conventionnelles comme suite :

I.2.1. Mesure de pH

Le pH est mesuré directement en utilisant un pH-mètre (HANNA Instruments-France) préalablement étalonné, en plongeant l'électrode dans le produit (**Labioui et al., 2009**).



Figure N°08: le pH-mètre (HANNA Instruments-France, laboratoire physicochimique de la laiterie sidi khaled, Tiaret).

I.2.2. Détermination de l'acidité

L'acidité du lait peut être exprimée en degré Dornic. Celle-ci consiste en la mesure du volume de la solution de NaOH (N/9) nécessaire à la titration de l'acidité du lait, en présence de phénophtaléine (0.1N) comme indicateur. La valeur de l'acidité du lait est obtenue par la formule suivante :

$$A = 10(V/V') \text{ (g/L)}$$

A : quantité d'acide lactique en (g/L)

V : volume de la solution de NaOH utilisé (ml)

V' : volume de l'échantillon (ml)

Pour obtenir l'acidité en degré DORNIC (°D), la valeur de A est multipliée par 10.

1°D = 0.1 g d'acide lactique par litre de lait

Le lait présente une acidité qui peut être titrée par la soude en présence de phénolphthaléine virant de l'incolore au rose (AFNOR, 1980).

Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai 10 ml de lait avec une pipette de précision.
- Ajouter 02 gouttes de phénolphthaléine à 1%.
- Titrer avec une burette une solution de soude N/9 (soude Dornic) jusqu'à coloration rose.
- Noter le nombre de ml versé.

I.2.3. Détermination de la densité du lait

La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche (Luquet, 1985). La densité du lait varie entre 0,99 et 1,034.

Mode opératoire.

Pour déterminer la densité du lait avec un thermo-lactodensimètre (Funke Gerber-Germany), il faut tout d'abord, laisser le lait reposer pour qu'il se débarrasse du gaz qu'il contient. Bien mélanger l'échantillon et le verser dans une éprouvette de 250 ml, sans faire d'écume. Plonger délicatement le densimètre jusqu'à la marque de 30° puis laisser flotter.

Une fois le densimètre équilibré, lire la densité puis la température ou thermomètre. Si la température du lait est au-delà ou au-dessous de 15°C on doit procéder au calcul de la densité corrigée en appliquant la règle suivante :

$$D = (T^{\circ} - 15^{\circ}) \times 0.0002 \pm d$$

D : La densité exacte

T° : La température du lait mesurée par le thermo-lactodensimètre

D : La densité du lait mesuré par le thermo-lactodensimètre

Si la température est supérieure à 15°C → $D = (T^{\circ} - 15^{\circ}) \times 0.0002 + d$ Si la température est inférieure à 15°C → $D = (T^{\circ} - 15^{\circ}) \times 0.0002 - d$



Figure N°09: mesure de la densité à l'aide d'un lactodensimètre.

(Laboratoire physicochimique de la laiterie sidi Khaled, Tiaret).

I.2.4. Détermination de la matière grasse

Le dosage de la matière grasse se fait par la méthode acido-butyrométrique de Gerber. Les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique concentré, les matières grasses, résistantes à l'action de l'acide sulfurique, sont séparées par centrifugation à chaud, en présence d'alcool iso amylique, qui facilite la séparation. Les matières grasses, moins denses, se rassemblent en une couche claire et transparente (AFNOR, 2001).

Le mode opératoire se fait comme suit :

- Disposer le butyromètre propre et sec sur un support et l'ampoule terminale vers le bas et introduire successivement 11 ml de lait, 10 ml d'acide sulfurique concentré d' H_2SO_4 (0.1N) et 1 ml d'alcool iso amylique.
- Boucher le butyromètre avec un bouchon de caoutchouc sec sans bouleverser son contenu.
- Envelopper le butyromètre avec un chiffon et agiter jusqu'à la dissolution complète du mélange.
- Placer le butyromètre dans une centrifugeuse tournant à 1500 tr/mn, pendant 3 à 5 minutes
- Faire sortir le butyromètre avec précaution.
- Lire le résultat au niveau inférieur de la membrane graisseuse.

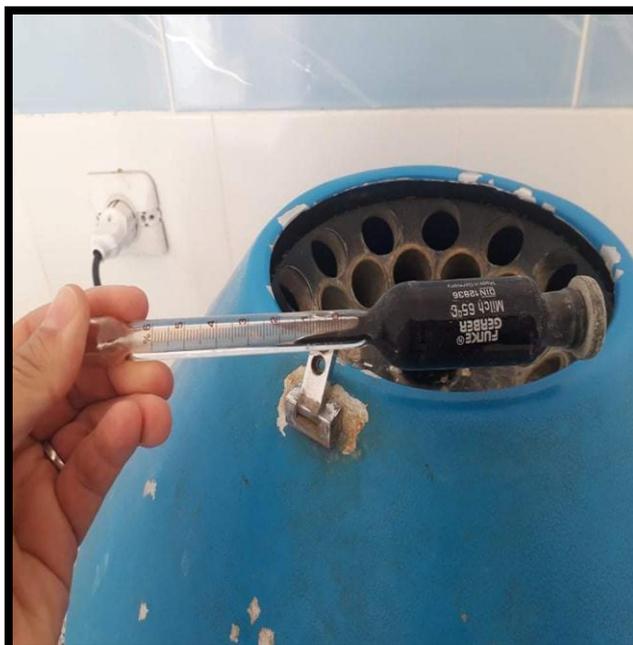


Figure N°10: le butyromètre Gerber.

(Laboratoire physicochimique de la laiterie sidi Khaled, Tiaret).

I.2.5. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre (HI 5222, Hanna Instruments), après chaque mesure, la sonde a été lavée avec de l'eau distillée et nettoyée.

La conductivité électrique du lait de vache normal se situe entre 4,0 et 5,5 mS / cm (Wong, 1988).



Figure N°11: conductimètre (HI 5222, Hanna Instruments).

(Laboratoire physicochimique de la laiterie sidi Khaled, Tiaret).

I.2.6. Test d'antibiotique: Ce test a été réalisé à l'aide de Betastar® combo, un test de flux latéral rapide (5 minutes) pour la détection visuelle des résidus d'antibiotiques bêta-lactamine et tétracycline dans le lait cru (Maghuin-Rogister *et al.*, 2001).



Figure N°12: Incubateur de Betastar® combo.

(Laboratoire physicochimique de la laiterie sidi Khaled, Tiaret).

Au niveau de laboratoire d'hygiène et pathologie animal (institut des sciences vétérinaire), L'ensemble des paramètres physico-chimiques du lait (pH, température, l'ajout d'eau, point de congélation, matière grasse, densité, lactose, protéines, sels minéraux, conductivité, matière sèche dégraissée) ont été déterminé sur les mêmes échantillons de lait cru par une mesure directe, utilisant un lactoscanSP.

Le LactoscanSP: C'est un analyseur de chimie moderne qui convient à l'analyse de tout type de lait, grâce à la technologie à ultrasons qu'il utilise. Il n'est pas nécessaire de procéder à son calibrage à intervalles réguliers. Il est automatiquement calibré, sans l'utilisation d'un ordinateur. La précision des déterminations ne dépend pas de l'acidité du lait, et l'analyse du lait peut être réalisée à des températures de 5 C°.

Tableau N°06: Précision des paramètres mesurés avec l'automate « Lactoscan SP » (www.lactoscan.com).

Paramètres	Plage	ETM
Matières grasses	0.01 à 25%	±0.1%
ESD (extrait sec dégraissé)	3 à 15%	±0.15%
Densité	1015 à 1040 kg/m ³	±0.3kg/m ³
Protéines	2% à 7%	±0.15%
Lactose	0.01% à 6%	±0.2%
Addition d'eau	0% à 70%	±3 %
Température de l'échantillon	1°C à 40 °C	±1%
Point de congélation	-0.4°C à 0.7°C	±0.001%
Sels	0.4% à 1.5%	±0.05%
pH	0 à 14	±0.05
Conductivité	3 à 14 mS/cm	±0.05

I.3. Etude de corrélation entre les paramètres physicochimiques de lait:

Nous avons essayés de décrire la nature de relation entre les indicateurs physico-chimiques étudiés pour le lait cru.

II. Diagnostic de mammite subclinique et l'étude de la qualité de lait mammites

II.1. Prélèvement des échantillons

L'expérimentation a été menée sur différentes vaches d'élevages laitiers (traite mécanique et manuelle). Les mamelles ont été examinées visuellement et en palpant s'il y a des modifications éventuelles de la mamelle (rougeur, gonflement, douleur, chaleur), les animaux présentant des signes visibles de mammite n'ont pas été inclus dans l'étude.

Un total de 203 prélèvements de lait de quartier a été réalisé sur 52 vaches (5quartiers se sont révélés non fonctionnels). Ces prélèvements ont fait l'objet d'analyse par le test CMT, Draminski suivi par des analyses physicochimiques.

Après avoir nettoyé chaque tétine et expulsé le premier jet. Les échantillons sont mis en flacons stériles. Chaque échantillon individuel est identifié (nom de ferme, numéro de vache, race et âge, quartier).

Les échantillons ont été transportés immédiatement dans une glacière au Laboratoire d'Hygiène et de Pathologie Animale, Institut des Sciences Vétérinaires, pour effectuer les différentes analyses physico-chimiques (pH, Matière grasse, densité, protéine, lactose, ESD, minéraux et conductivité) en utilisant lactoscanSP.

Immédiatement après l'examen clinique et avant l'échantillonnage du lait pour analyse physico-chimique, le test du california (CMT) de chaque quartier de mamelle a été effectué en utilisant le test de mammite de Californie et le test de Draminski pour la détection de la mammite subclinique.



Figure N°13: Prélèvement de lait.

II. 2. Mesure de résistance électrique à l'aide du dispositif de conductimétrie 4QMAST® (Draminski)

C'est un appareil qui permet de détecter les mammites à un stade très précoce sans symptôme visibles (**à l'état subclinique**). Il s'agit d'un appareil électronique portable constitué d'un récipient jaugé, d'un écran de lecture à cristaux liquides et d'une poignée avec un interrupteur marche/arrêt. Le mode d'emploi préconise de faire une analyse sur les premiers jets de lait à la fois. Dans le récipient se trouvent deux électrodes permettant les analyses dans cet appareil. Il ne mesure pas directement la conductivité du lait, mais sa résistivité qui est l'inverse de la conductivité. Les mesures se font sur chacun des quartiers, et les valeurs chiffrées sont lisibles sur l'écran et sont gardées en mémoire. En plus des mesures absolues (www.draminski.fr).

Tableau N°07: Interprétation des résultats obtenus avec le Draminski (www.draminski.fr).

Lecture	Interprétation des résultats
Au-dessus de 300 unités	L'échantillon de lait est de haute qualité et sain. L'incidence de la mammite subclinique est très faible
Entre 250 et 300 unités	Une incidence progressivement croissante d'infection subclinique à mesure que les lectures diminuent
Au dessous de 250 unités	Ceci est une indication d'une augmentation rapide de la gravité de l'infection à mesure que la mammite subclinique progresse vers des états cliniques. Ceci est caractérisé par des cellules somatiques présentes passant de moins de 1 million à plusieurs millions



Figure N°14: le conductimétrie de DRAMINSKI.

Remarque : Il faut bien rincer le godet de l'appareil, après avoir repéré un trayon atteint de mammite, en vue d'éviter que lait restant dans le godet ne nous fausse les résultats des autres trayons.

II. 3. Test de California (CMT)

Le California Mastitis Test (CMT), utilisé depuis plus de 40 ans dans plusieurs pays (**Rakotozandrindrainy et al., 2007**), reste le meilleur test réalisable chez les femelles laitières pour détecter les mammites subcliniques (**Ruegg p.L et al., 2002**). Il donne une réponse qualitative sur le statut de chaque quartier de la mamelle (saine ou infectée) et permet de sélectionner les animaux sur lesquels seront effectués des prélèvements lors d'enquêtes sur les mammites (**Gonzales R.N et al., 1988**). Il a

l'avantage d'être peu coûteux, de pouvoir être réalisé par l'éleveur et de fournir une réponse immédiate. En effet, le CMT constitue une méthode de choix pour les éleveurs et les vétérinaires pour préciser le statut des vaches vis-à-vis des mammites (**Busato A et al., 2000**). Malheureusement, en Algérie, cet examen n'est pas pratiqué systématiquement dans les élevages, vraisemblablement par méconnaissance de la valeur diagnostique du test.

La technique du CMT a été appliquée. Après élimination des premiers jets, un peu de lait (2 ml environ) était recueilli dans une coupelle noire (chaque coupelle correspondant à un quartier) et additionné d'une quantité à peu près égale de réactif (bromocrésol ; testeur de mammite subclinique). Après agitation durant quelques secondes pour bien mélanger le réactif et lait, la lecture a été effectuée en observant par transparence l'aspect du mélange. La modification de phase vers la floculation du lait a été considérée comme une réaction positive.



Figure N°15: le test de CMT.

II. 4. L'étude de la qualité physicochimique

Après l'arrivée des échantillons prélevés au niveau de l'laboratoire d'hygiène et pathologie animal (institut des sciences vétérinaire) tous les échantillons subit des analyses physicochimiques à l'aide de LactoscanSP pour évaluer la qualité de lait mammitieux et de la comparée avec le lait sain.

*/ Nous avons mis l'analyseur au niveau du laboratoire, et nous l'avons placé dans de bonnes conditions de ventilation (Température entre 10° à 30°), selon les indications du fabricant.

*/ Nous commençons par vérifier que le bouton de mise en marche de l'appareil est en position "0", et la tension de sortie correspond à la tension indiquée sur la plaque signalétique.

*/ Nous allumons l'appareil et le connectons avec une poignée électrique.

*/ Nous ajoutons le lait à analyser, dans le porte échantillon.

*/ Enfin, nous faisons la lecture de chaque quartier (après environs **90 secondes**).



Figure N°16: prélèvements pour les analyses physicochimiques.

Remarque : Avant chaque utilisation, et entre chaque nouvelle analyse d'un échantillon, il est très recommandé de faire le lavage de la cuve avec de l'eau distillée, afin d'avoir les résultats les plus précis possible.

III. L'étude de la stabilité de lait cru

L'objectif de cette étude était d'étudier les effets de la température et de la durée de stockage sur les paramètres physicochimique de lait cru.

III.1. Source et traitement des échantillons de lait

Cette étude a été réalisée le mois de mars 2021, utilisant de lait cru proviennent de la laiterie de sidi khaled (dans cette étude on a utilisée 20 échantillons de lait cru de mélange).

Les échantillons de lait ont été conservés à 4°C pendant 7 jours et examiné tous les jours pour estimer la variation de qualité physicochimique de lait cru.



Figure N°17: conservation des échantillons à 4°C

III.2. Les analyses physicochimiques

Les constituants du lait (matières grasses, protéines, lactose, minéraux et ESD) et les caractéristiques physiques (Densité, pH, Point de congélation et conductivité), des échantillons de lait ont été déterminé par l'utilisation de lactoscanSP.

L'étude statistique

L'ensemble des résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écarte type.

Les moyennes de mesure (pH, conductivité, densité et matière grasse) ont été comparées par un test de welch (32) à intervalle de confiance 95%. Une valeur de $P \leq 0,0001$ a été retenue comme seuil de signification.

Les données ont été analysées à l'aide du programme SPSS v.24.0. à l'aide du test ANOVA, un test « T » d'étudiant a été utilisé pour tester la signification entre le lait normal et le lait mammitieux de vache. Les données sont affichées dans les tableaux sous forme de moyenne \pm SE (standard erreur). La signification des différences a été définie comme $P < 0,05$.

Une valeur de $P = 0,05$ a été retenue comme très significatif et $P = 0,01$ indique une valeur hautement significative étudié dans la corrélation entre les paramètres physicochimiques.

I. Résultats des paramètres physicochimiques

I.1. Résultats moyens des paramètres physicochimiques

(lactoscanSP)

Pour l'ensemble des données des 113 échantillons, les résultats moyens des données quantitatives des paramètres nutritionnels (**Tableau N°08**) montrent des valeurs moyennes assez proches des normes standards du lait cru de vache. Cependant, bien qu'ils soient normaux, les moyennes de la conductivité électrique de quelques échantillons présentent de grandes variations, cela prouve la présence de mammite subclinique chez les vaches laitières étudiées.

Tableau N°08: Résultats moyens des paramètres physicochimiques de laits crus de mélange dans la région de Tiaret.

Paramètres physicochimiques	N	Max	Min	Moyenne	SD
pH	113	6.87	6.3	6.45	0.16
Densité (mg cm ⁻³)	113	1032.72	1023.33	1020.84	0.093
Point de congélation (°C)	113	-0.606	-0.48	-0.550	0.024
Conductivité (µS cm ⁻¹)	113	5.86	4.85	5.53	0.19
Matière grasse (g kg ⁻¹)	113	49.8	22.5	34.57	0.52
Protéine content (g kg ⁻¹)	113	51.8	27.2	31.87	0.25
Lactose (g kg ⁻¹)	113	51.9	42.8	47.39	0.19
ESD (g/l)	113	94.3	75.1	86.3	0.36
Sels minéraux	113	0.88	0.55	0.70	0.31

Tableau N°09: Résultats moyens comparatifs des paramètres physicochimiques entre lactoscanSP et méthodes classiques.

Paramètres physicochimiques	Max	Min	Moy	SD	Standards	Échantillons satisfaisants (%)
pH ¹	6.87	6.3	6.45*	0.16	6.6-6.8	46

Résultats et discussion

pH ²	6.98	6.2	6.61*	0.17	(Leymarios, 2010)	71
Densité (kg/l) ¹	1.032	1.023	1.020	0.093	1.030-1.032	89
Densité ³	1,029	1,027	1,029	0.006	(Leymarios, 2010)	30
Point de congélation (°C)	-0.48	-0.606	-0.550	0.024	≤-0.520 (Packard and Ginn, 1990)	82.3
Conductivité (mS/cm) ¹	5.86	4.85	5.53*	0.19	4-5.5	68
Conductivité ⁴	6	4.4	5.28*	0.39	(Leymarios, 2010)	84
Matière grasse(g/kg) ¹	49.8	22.5	34.57	0.52	34-45	71
Matière grasse ⁵	41	23	34.30	0.39	(Tamine, 2009)	66
Protéine (g/kg) ¹	51.8	27.2	31.87	0.25	≥29 (Tamine, 2009)	99
Lactose (g/ kg) ¹	51.9	42.8	47.39	0.19	40–50 (Tamine, 2009)	100
Extrait sec dégraissé (g/l) ¹	94.3	75.1	86.31	0.36	≥85 (Tamine, 2009)	70

1: LactoscanSP; 2: pHmètre; 3: Lactodensimètre; 4: Conductimètre; 5: Gerber

I.1.1. Constantes physicochimiques

I.1.1.1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH moyen est estimé à 6,45 et 6,61 avec le Lactoscan et le pH mètre respectivement, sans différence significative, conformément à (6,55) rapporté par **Bousbia et al., (2018)**. Cependant, entre 46 % et 71 % des échantillons étaient modérément acides selon le test (Lactoscan et pH-mètre respectivement).

Cette valeur est inférieure à plusieurs valeurs rapportées dans différentes régions d'Algérie : 6,62 (**Adjlane-Kaouche et al., 2014**) ; (6,54) **Benlahcen et al., 2013**); (6,64) **Hamiroune et al., 2014** et (6,68) ; (**Lounis et Harfouche, 2020**). D'autres études ont rapportés des valeurs inférieures : 6,26 au Maroc (**Taybi et al., 2014**) et 6,26 en Tunisie et (**Sboui et al., 2009**).

Résultats et discussion

L'acidité était acceptable (17,98°D), conformément aux résultats rapportés par (Aggad *et al.*, 2009) dans la même région. L'acidité peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de livraison car il permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou d'éventuelles fraudes (Joffin et joffin, 1999).

Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions d'hygiène pendant les transactions avec la flore microbienne totale et son activité métabolique et la manipulation du lait (Matalah *et al.*, 2019).

L'acidité peut être naturelle en raison du stade de lactation, de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, ou elle peut être due aux conditions d'hygiène lors de la traite, à la flore microbienne totale et à son activité métabolique (Mathieu, 1998).

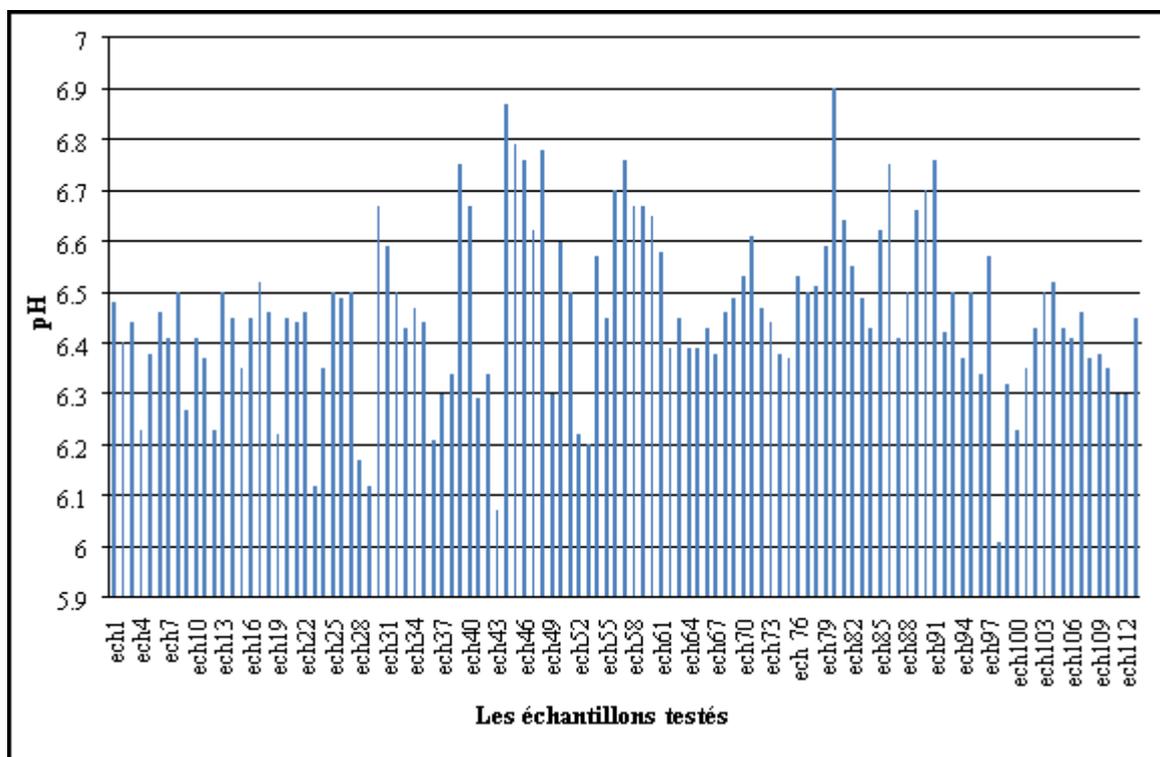


Figure N°18: Variation de pH des échantillons testés.

I.1.1.2. Densité

La densité (1,02) calculée par Lactoscan est inférieure à plusieurs valeurs rapportées en Algérie variant de 1,028 à 1,036 : Hamiroune *et al.*, 2014 ; Benlahcen *et al.*, 2013 (1,036) ; Mansour, 2015 (1,029) mais aussi dans d'autres pays : Maroc Taybi *et al.*, 2014 (1,029) ; Tunisie (Sboui *et al.*, 2009) 1,028 ;Turquie Tasci *et al.*, 2015 (1,027) ;Togo (Sema *et al.*, 2015) (1,036) et Sénégal (Kalandi *et al.*, 2015 (1,029). calculé par lactodensimètre (1,029), il tend à être proche de ces résultats.

La densité est directement liée à la matière sèche et grasse, à la température et au régime alimentaire de l'animal (Matallah *et al.*, 2019).

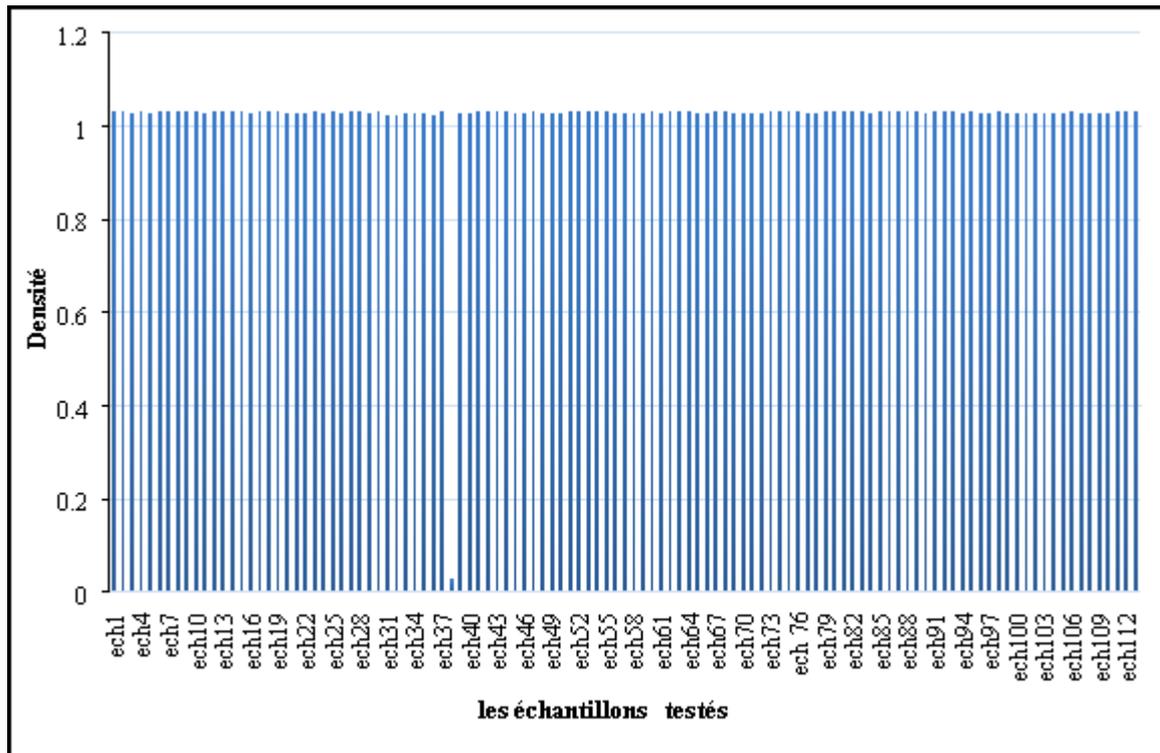


Figure N°19: Résultats de l'étude de la densité du lait cru.

I.1.1.3. Le point de congélation (PC)

La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ 0,0055°C (**Goursaud, 1985**). Le mouillage rapproche le point de congélation de 0°C, l'écémage ne modifie pas le point de congélation. Cependant, l'acidification lactique et l'addition des sels solubles l'abaissent (**Alais, 1984**).

la valeur moyenne était de -0,550°C différente de la valeur précédente rapportée en Algérie (**Hamiroune et al., 2014**) -0,380. En se basant sur la réglementation algérienne (1998) fixée entre (-0,520 et -0,510°C), on considère que les valeurs relevées sont non conformes aux normes.

Le point de congélation du lait peut dépendre aussi, de la température de l'échantillon analysé, et cette température peut être modifiée au cours du transport, et peut être dû au temps qui sépare le moment de l'arrivée du lait et les manipulations réalisées plus tard (**Djouadi, 2014**).

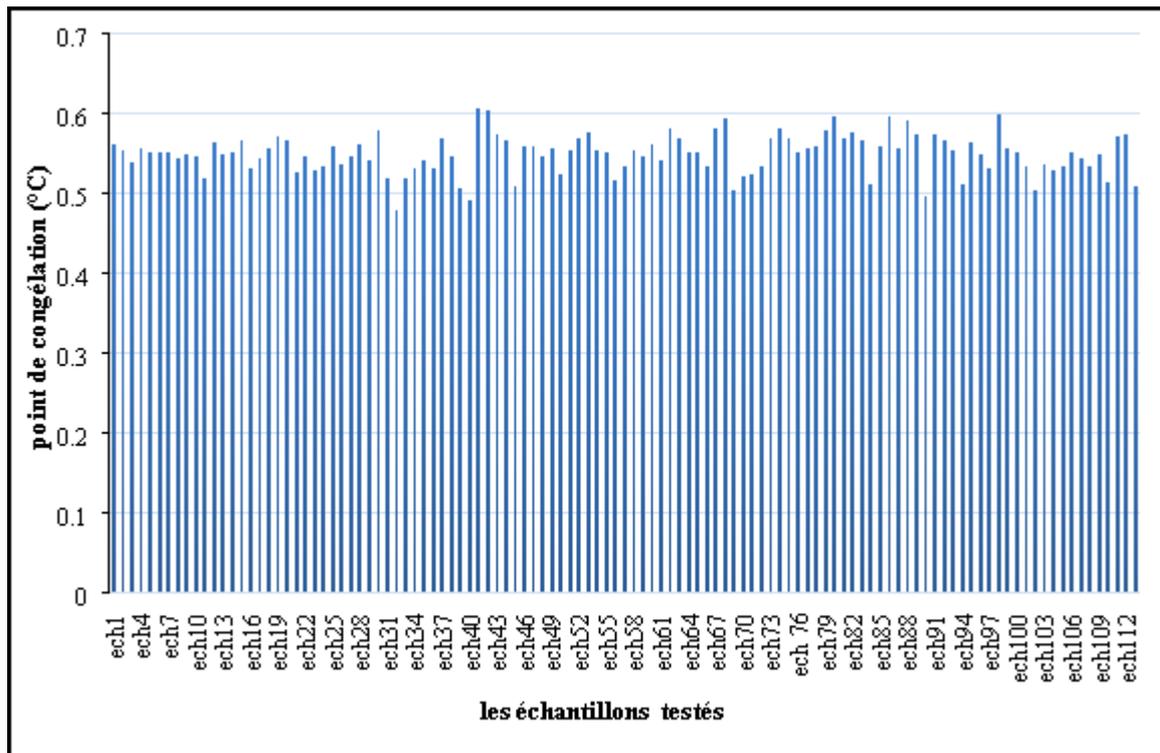


Figure N°20: Variation de point de congélation des échantillons étudiés.

I.1.1.4. La conductivité électrique (CE)

La figure ci-dessous présente la variation de la conductivité des laits crus de vache collectés de la wilaya de Tiaret (fig.21).

La conductivité moyenne du lait était de 5,53 mS/cm supérieure à celle rapportée par **Bousbia et al., 2018** (4,49) mais conforme à la norme 4 à 5,5 (à 25 °C) (**Leymarios, 2010**).

Dans notre étude, 13 % des vaches sont infectées par une mammite subclinique et 20 % d'entre elles ont un risque de développer la maladie. La conductivité peut être utilisée pour détecter une mammite subclinique (**Niemczycki et Galecki, 1983**).

Hamann et Zecconi (1998) ont rapporté que la CE du lait varie considérablement entre races, entre individus de la même race, selon le régime alimentaire, le stade de lactation, la température du lait, la teneur en matière grasse, la durée de l'intervalle entre deux traites et du troupeau. Cependant, une légère augmentation de la CE a été observée quand le nombre de lactation augmente (**Syridion et al., 2012**).

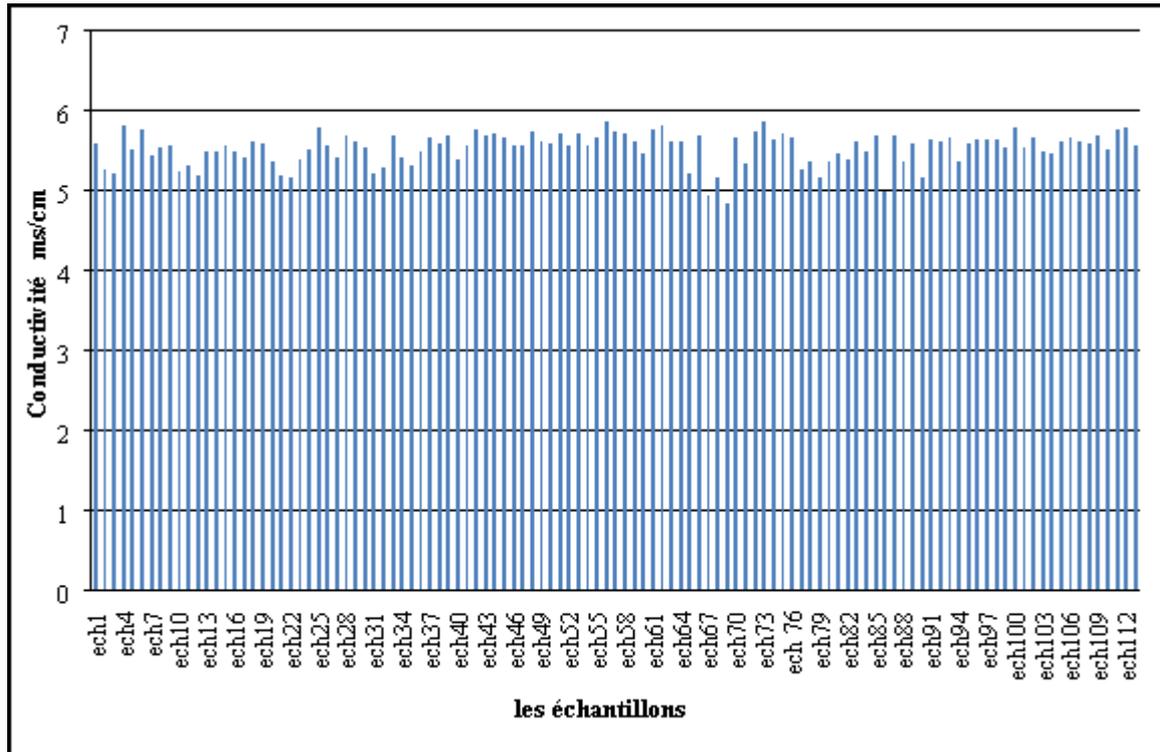


Figure N°21: Variation de la conductivité électrique des échantillons testés.

I.1.2. Paramètres nutritionnels

I.1.2.1. Matières grasses (MG)

La teneur en matières grasses variait de 22,5 à 49,8 g/kg avec une moyenne de $34,57 \pm 0,52$. Les résultats se situent dans l'intervalle des valeurs rapportées en Algérie (**Benlahcen et al., 2013** (26,67) ; **Bousbia et al., 2018** (37,20) ; **Hamiroune et al., 2014** (36,6) ; **Matalah et al., 2019** (33,3)). Les normes algériennes sont de 34 g/l tandis que les normes AFNOR se situent entre 34 à 36 g/l. nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés dans d'autres pays : France (**Jenkins et McGuire, 2006**) (30) ; Maroc (**Labioui et al., 2009**) (31,5) et Tunisie (**Sboui et al., 2009**) (32,5) ; Togo (**Sema et al., 2015**) 31,6 mais inférieur à celui du Sénégal (**Kalandi et al., 2015**) (44,97).

La valeur des graisses varie en fonction de la race, du rang de traite, de la saison et de l'apport nutritionnel (**Benlahcen et al., 2013** ; **Debouz et al., 2014**). En effet, selon certains auteurs (**Lollivier et al., 2002**; **Rulquin et al., 2007**) la MG du lait progresse au cours de la traite, le lait au début est 2,5 à 5 fois moins riche en MG que le lait de la fin de la traite.

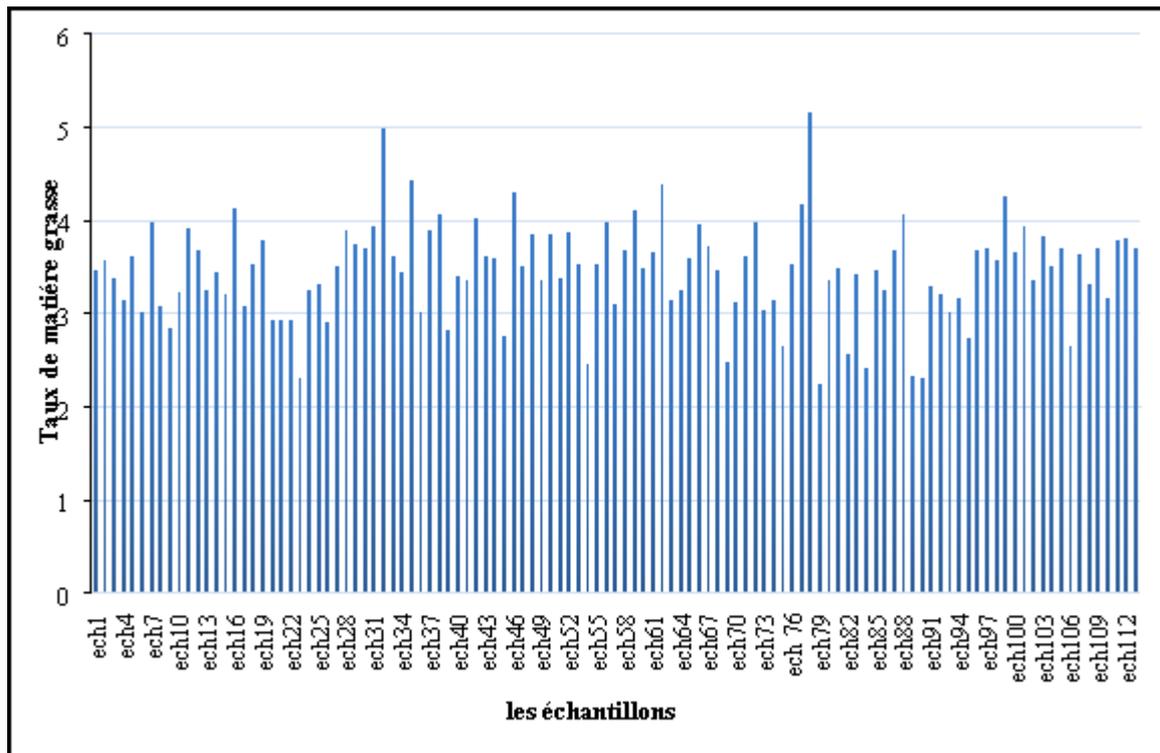


Figure N°22: Taux de matière grasse des échantillons étudiés.

I.1.2.2. Matières protéiques (MP)

La teneur en protéines était élevée de $31,37 \pm 0,25$ variable par rapport aux valeurs rapportées par **Bousbia et al., 2018** (29,42); **Lounis et al., 2020**(24.64). Nos résultats sont en intervalle de valeur rapporté dans différentes régions d'Algérie (**Adjlane-Kaouche et al., 2014** (29,2) ; **Matallah et al., 2019** (32,8). Mais il est inférieur en comparaison avec d'autres pays comme la Tunisie (**Kamoun, 2011** (33.1); Togo (**Seme et al., 2015** (33.4) et Sénégal (**Kalandi et al., 2015** (35.1). le niveau protéique est en relation avec la race, la santé de la mamelle, la lactation, la saison et le nombre d'implantations (**Asif et Sumaira, 2010** ; **Debouz et al., 2014**).

La mammite, par exemple, augmente les teneurs en protéines totales et en protéines du lactosérum du lait (**Rode, 2006**). Les productions de MG et de MP du lait peuvent être modifiées par les infections intramammaires, dues principalement à une réduction de la production de lait (**Seegers et al., 2003**).

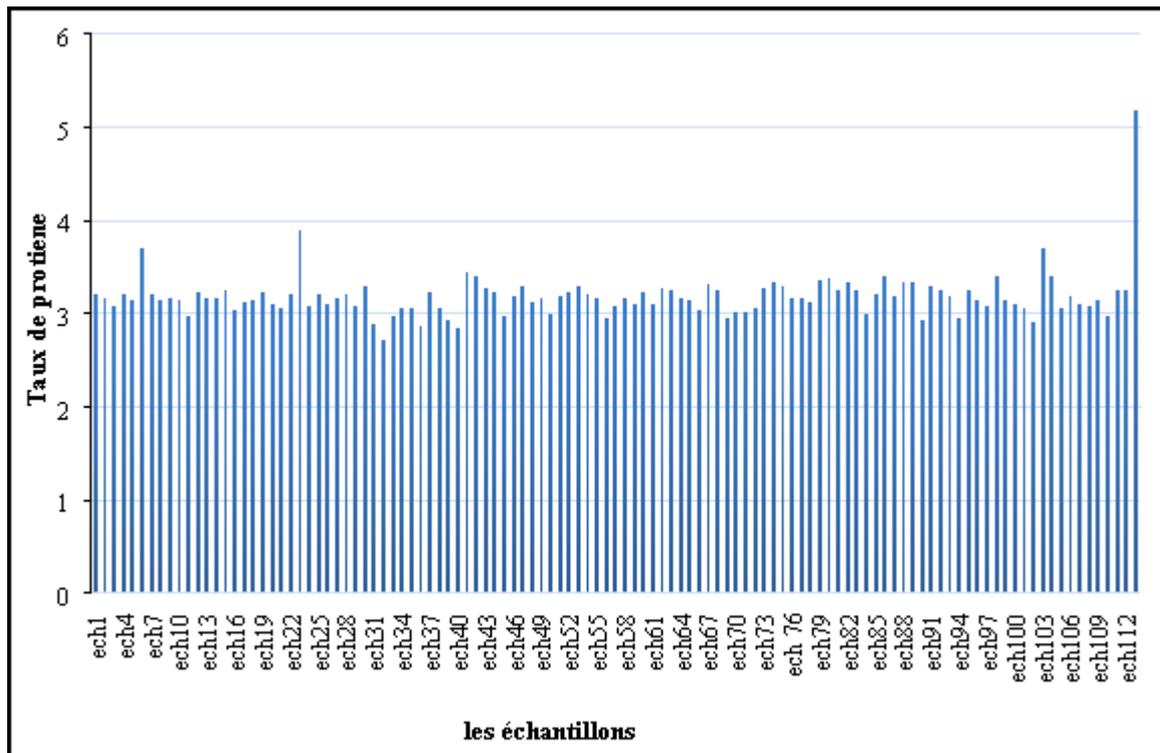


Figure N°23: Taux des protéines des échantillons étudiés.

I.1.2.3. Lactose

Le lactose est le principal sucre présent dans le lait et le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides, et est également le substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus*). Ces bactéries se caractérisent par leur aptitude à fermenter le lactose avec production d'acide lactique (Labioui *et al.*, 2009). De plus, le plus important facteur de variation est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose. La mammite, par exemple, réduit la teneur en caséine et en lactose du lait (Rode, 2006).

La teneur en lactose varie de 42,8 à 51,9 avec une moyenne de 47,39. Cette valeur est inférieure aux valeurs rapportées par Hamiroune *et al.*, 2014 (6,35) et Louni *et al.*, 2020 (59,96). Cependant, il est supérieur aux autres valeurs enregistrées par Bousbia *et al.*, (2018) 44.17 et Matallah *et al.*, (2019) 35.9. Il est également plus élevé que celui rapporté au Maroc (Labioui *et al.*, 2009) 43,5 ; Tunisie (Kamoun, 2011) 44,7 ; Togo (Sema *et al.*, 2015) 45,9 et Sénégal (Kalandi *et al.*, 2015) 45,7.

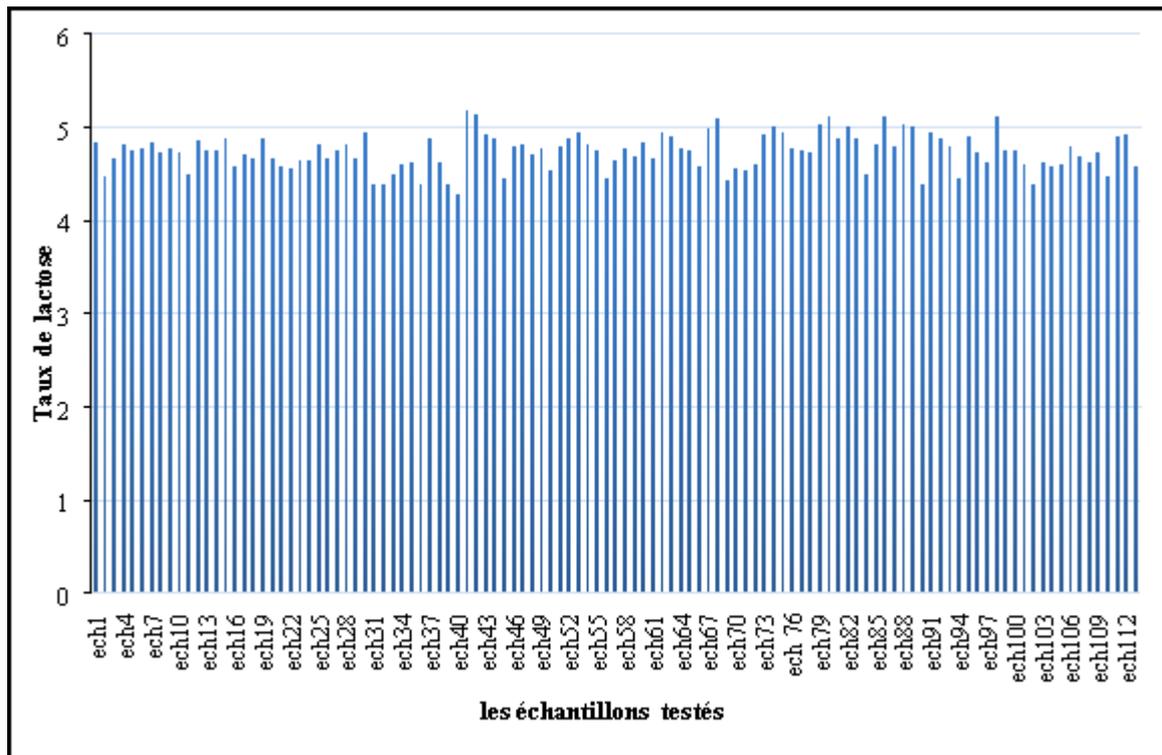


Figure N°24: Taux de lactose du lait cru des vaches étudiées.

I.1.2.4. L'extrait sec dégraissé (ESD)

La valeur (ESD) est de $86,31 \pm 0,36$ g/l. Cette valeur est inférieure à celle rapportée en Algérie (**Hamiroune *et al.*, 2014**) et dans d'autres pays comme la France **Fredot, 2006** Mais elle est supérieure à celles rapportées en Tunisie 84,7 (**Kamoun, 2011**) et Turquie (84,2) (**Tasci, 2011**).

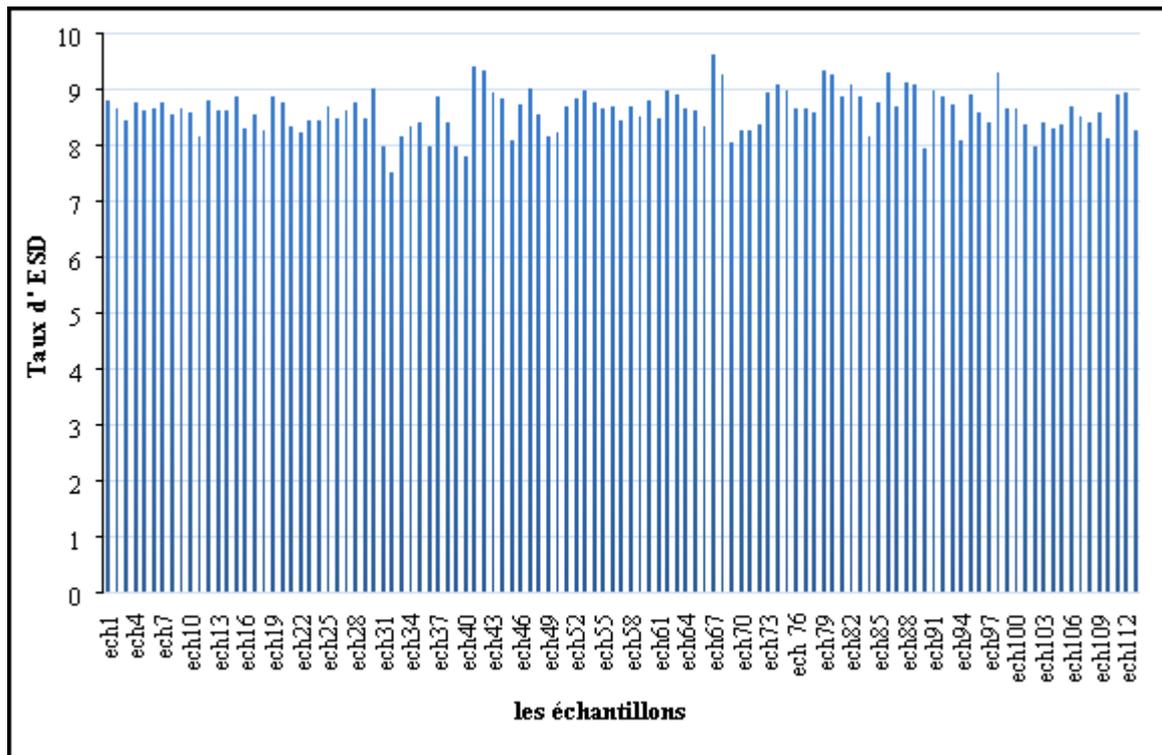


Figure N°25: Taux d'ESD des échantillons étudiés.

1.1.2.5. Sels minéraux

On note des taux qui varient de 0.55 à 0.88% avec un moyen de 0.70. Ces derniers dépendent de l'espèce, et du moment de lactation. D'après **Yagi (1985)**. Le taux de sels minéraux varie dans de large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire, il est de ce faite, plus faible dans le lait des aliments déshydratés.

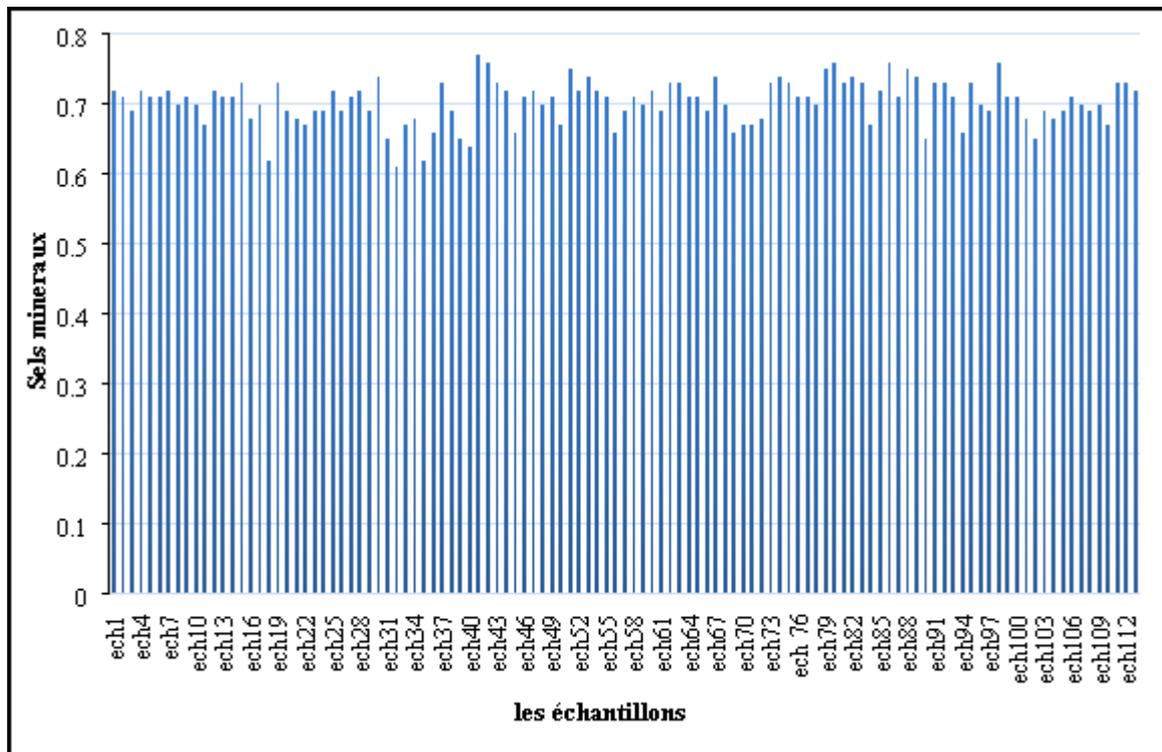


Figure N°26: Variation des sels minéraux dans les échantillons étudiés.

I.1.2.6. Résidus d'antibiotiques

6 % des échantillons étaient positifs. Les réglementations nationales et internationales précisent que le lait ne doit pas contenir de résidus d'antibiotiques. Ce taux est inférieur à celui (11,97 %) rapporté en Algérie par **Baazize-Amami et al., (2019)** mais aussi (14 % et 56 %) par **Aoues et al., 2019**).

Remarque

En comparaison avec les paramètres physico-chimiques obtenus par lactoscanSP, les résultats obtenus à partir de cette étude montrent une variabilité moyenne du pH ; conductivité et densité.

Tableau N°10: Des études précédentes sur la qualité physico-chimique du lait cru de vache.

pays	Auteurs	pH	densité	Point de congélation	conductivité	Matière grasse	protéine	lactose	Extrait sec dégraissé
Algérie	Bousbia et al., 2018	6.55	-	-	4.49	37.20	29.42	44.17	-
	Adjlane-Kaouche et al., 2014	6.62	-	-	-	-	29.2	-	-
	Benlahcen et al., 2013	6.54	1.036	-	-	26.67	-	-	-
	Hamiroun et al., 2019	6.64	-	-0.380	-	37.20	-	63.5	114
	Lounis Mohamed, Laid Harfouche, 2020	6.68	-	-	-	-	24.64	59.96	112.6
	Matalah et al., 2019	-	-	-	-	33.3	32.8	35.9	-
Tunisie	Sboui et al., 2009	6.26	1.028			32.5	33.1	44.7	84.7
	Taybi et	6.2	1.029	-	-	31.5	-	-	-

Maroc	<i>al., 2014</i>	6							
	<i>Labioui et al., 2009</i>	-	-	-	-	-	-	43.5	-
Togo	<i>Sema et al., 2015</i>	-	1.036	-	-	31.6	33.4	45.9	-
Sénégal	<i>Kalandi et al., 2015</i>		1.029			44.97	35.1	45.7	
France	<i>Jenkins and Mcguire, 2006</i>	-	-	-	-	-	30	-	-
	<i>Fredot , 2006</i>	-	-	-	-	-	-	-	90
Turk	<i>Tasci et al., 2015</i>	-	1.027	-	-	-	-	-	84.2

II. L'étude de corrélation entre les paramètres physicochimiques de lait cru

Dans cette étude, nous avons essayé de décrire la nature de relation entre les indicateurs physico-chimiques étudiés pour le lait cru (Annexe II). Les résultats ont montré une corrélation négative entre le matière grasse et le(ESD, densité, protéine, lactose, point de congélation , minéraux et PH) ; ESD (MG, densité, pH et conductivité) ; densité(ESD, protéine, lactose, eau, point de congélation, minéraux, pH et conductivité) ; protéine(MG, densité, conductivité) ; lactose (MG, densité) ; l'eau (densité et conductivité) ;minéraux (MG et densité) ; PH(MG, ESD, densité, conductivité) ; conductivité(ESD, densité , protéine, eau, pH) alors qu'une corrélation positive a été observée pour MG(eau, conductivité) ; ESD(protéine, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; densité(MG) ; protéine(ESD, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; lactose(ESD , protéine, eau, point de congélation, pH, minéraux) ; eau(MG, ESD, lactose, point de congélation, minéraux, PH) ; point de congélation(ESD, protéine, eau, minéraux, pH, conductivité) ; minéraux(ESD , protéine, lactose, eau, point de congélation, pH, conductivité) ; pH(protéine, eau, point de congélation, minéraux) ; conductivité(MG, lactose, point de congélation, minéraux). Cependant **Lounis mohamed** et **Laid harfouche (2020)** ont rapportés une corrélation positive entre le lactose et ESD ($r = 0,70$) alors qu'une corrélation négative a été observée pour le lactose et les matières grasses ($r = -0,84$), ESD et les matières grasses ($r = -0.66$).

*Selon **Matallah et al., (2019)**, La densité est directement liée à la matière sèche et grasse ; Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions.

* **Hamann et Zecconi (1998)** ont rapporté que la CE du lait varie considérablement entre races, entre individus de la même race, selon la teneur en matière grasse.

* La mesure de point de congélation permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait (**Goursaud, 1985**).

Pour les autres paramètres physicochimiques il n'y a pas des études qui décrivent la corrélation entre eux.

III. Résultats de Diagnostic des mammites subclinique

III.1. L'étude de prévalence

Un total de 52 vaches et 203 quartiers (certaines vaches n'ont que 03 quartiers) ont été examinés pour une étude de prévalence par le test California Mastitis test (CMT).

25 (48,07 %) vaches se sont révélées positives pour la mammite subclinique et 56 (27,58 %) une prévalence a été enregistrée (par quartier) pour la mammite subclinique. Les vaches plus âgées (6 à 10 ans) et en lactation moyenne (4 à 6) étaient principalement affectées par cette maladie. Cela pourrait être dû à l'augmentation de la production de lait, au stress nutritionnel et à la diminution de l'immunité des vaches plus âgées (**Pardeep et al., 2020**). Ce résultat est en bon accord avec ceux rapportés par **Sharma et al., (2012)**. Le résultat de la prévalence pour la parité diffère de celui de **Pardeep et al., (2020)** qui trouve une lactation tardive chez les vaches croisées. Cependant, nos résultats sont en accord avec **Saini et al., (1994)** qui ont rapporté que l'incidence de la mammite subclinique était la plus faible au cours de la première parité.

Dans la présente enquête, l'étude du facteur race (tableau N°11) a révélé que toutes les races de vaches étaient affectées par cette pathologie. Cependant, dans la région de Tiaret (Algérie), **Ghazi et Niar (2006)** ont constaté que les races locales sont plus résistantes que les races importées. Selon **Payne et Wilson (1999)**, cela est principalement dû à la résistance génétique et à la mauvaise adaptation de ces vaches à l'environnement et aux climats locaux.

Tableau N°11: Prévalence de mammites subclinique chez les vaches étudiées.

Âge (année)	Total des vaches	Positive	Prévalence
1-5	46	22	47%
6-10	06	05	83%
Numéro de Lactation	Total des vaches	Positive	Prévalence

Résultats et discussion

1-3	45	20	44%
4-6	02	02	100%
7-10	05	03	60%
La race	Total des vaches	Positive	Prévalence
Vaches locales	14	09	64%
Vaches croisées	03	02	66%
Holstien	30	09	30%
Montbéliarde	05	03	60%

III.2. Qualité physicochimique du lait mammitieux

La composition physicochimique du lait a montré différents degrés d'altération dans le lait mammitieux et de lait normal dans la zone d'étude (Tableau N°12). Les moyennes calculées des échantillons de lait ont été analysées et une différence statistiquement significative a été observée dans la densité, les protéines, le lactose, le sel, le pH, le point de congélation et la conductivité. La moyenne de la matière grasse et du l'extrait sec dégraissé a montré une différence non significative entre le lait normale (non mammitieux) et le lait infecté (lait mammitieux).

Tableau N°12: Effet de la mammitie subclinique sur la composition physicochimique du lait.

Paramètres	Nombre des échantillons N (147) (Moyenne ± SE) CMT-		Nombre des échantillons S (56) (Moyenne ± SE) CMT+		La Valeur P
Extrait sec dégraissé (g/l)*	9.36	± 0.06	8.57	± 0.10	0.000
Densité (kg/l)*	1.0334	± 0.34	1.0299	± 0.57	0.000
Grasse (g/kg)	2.11	± 0.13	2.40	± 0.17	0.232
Protéine (g/ kg)*	3.43	± 0.03	3.17	± 0.04	0.000

Résultats et discussion

Lactose (g/ kg)*	5.14	± 0.04	4.72	± 0.06	0.000
Sels minéraux (g/ kg)*	0.76	± 0.01	0.70	± 0.01	0.000
pH*	6.49	± 0.05	6.74	± 0.06	0.007
Conductivité (mS/cm)*	5.63	± 0.04	6.33	± 0.11	0.000
Matière sèche (g/l)	11.52	± 0.11	11.31	± 0.21	0.337
Point de congélation (°C)*	0.59	± 0.00	0.54	± 0.01	0.000
Résistance*	627.44	± 5.36	568.53	± 14.73	0.000

N=non subclinique

S=subclinique

ES= standard Erreur

* (P< 0.05)

III.2.1. L'extrait sec dégraissé(ESD)

Les échantillons de lait normaux ont montré des pourcentages moyens d'ESD de 9,36 (allant de 6,72 à 10,67), il était de 8,57 (6,60 à 10,07) dans le lait mammitieux. En moyenne, le pourcentage d'ESD a diminué de manière significative dans le lait mammitieux. Nos échantillons conformes à **Rajiv et al., (1998)** et **Pardeep et al., (2020)**. Cette diminution était principalement due à la diminution des teneurs en lactose et en protéines du lait mammitieux, qui sont les principaux constituants d'ESD.

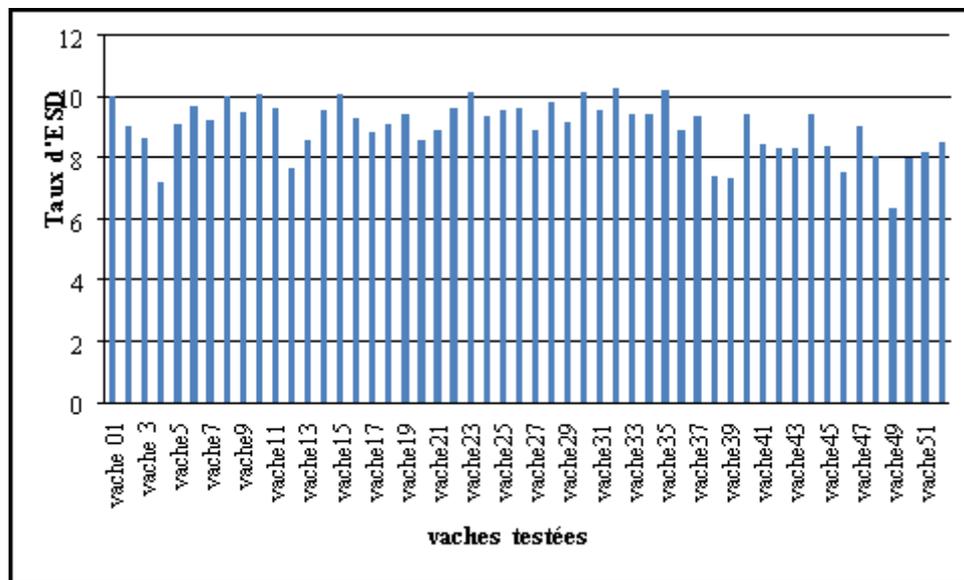


Figure N°27: Taux d'extrait sec dégraissé chez les vaches testées.

III.2.2. Densité

La valeur moyenne de la densité du lait mammitieux était de $1,029 \pm 0,57$. De même, **Yesil et Goncu (2020)** ont établi que la valeur moyenne de la densité était de 1,030.

Kaşikçi et al., (2012), ont rapporté que les valeurs de densité du lait suspecté de mammite subclinique étaient de 1,031 (CMT +), 1,0297 (CMT++) et 1,029 (CMT+++), selon les niveaux de CMT.

Les valeurs de densité du lait diffèrent entre le groupe sain et mammitique en raison de la détérioration de la structure physique du lait. De plus, les modifications de la teneur en matières grasses et en protéines du lait mammitique ont un effet sur cette situation (**Kaşikçi et al., 2012**).

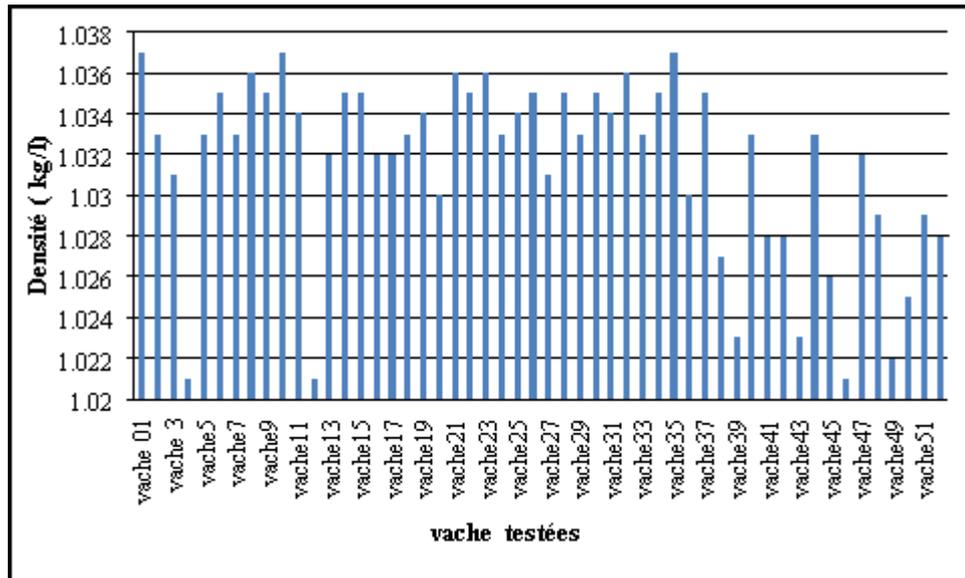


Figure N°28: Variation de la densité chez les vaches testées.

III.2.3. Matière grasse

La matière grasse moyenne dans le quart de lait normal et le lait mammitique a été observée respectivement à 2,11 et 2,40. La matière grasse du lait normal était comprise entre 0,13 et 9,69 et dans le lait mammitique, elle variait entre 0,00 et 5,36.

Dans cette étude, une diminution du pourcentage de graisse a été observée dans des échantillons de lait normaux. Cependant, **Rajiv et al., (1998)** et **Pardeep et al., (2020)** ont observé la diminution du pourcentage de matière grasse du lait mammitique. Cela pourrait être dû à une altération de la synthèse et de l'activité sécrétoire de la cellule épithéliale de la mamelle.

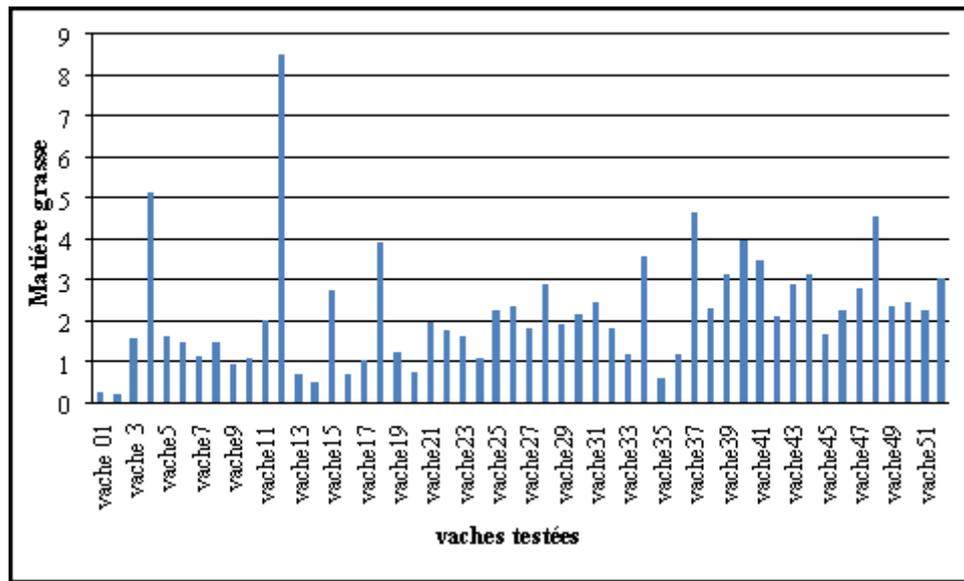


Figure N°29: Taux de matière grasse chez les vaches testées.

III.2.4. Protéine

Notre étude a également montré une diminution significative de la teneur en protéines des échantillons de lait atteints de mammite subclinique (valeur moyenne de 3,08) qui était de 3,38 dans les quartiers sains (2,23 à 3,94). De même, une diminution significative de la teneur en protéines du lait de bufflonne a été signalée par **Ullah *et al.*, (2005)** et **Pardeep *et al.*, (2020)** chez les vaches croisées.

Jones (2009) a rapporté que le lait de vaches atteintes de mammite a un niveau réduit de caséine, mais les niveaux de lactalbumine et de lactoglobuline augmentent. Cette diminution de la teneur en protéines du lait mammiteux peut être attribuée à la dégradation des protéines du lait, car les animaux mammiteux présentaient une augmentation remarquablement élevée de l'activité d'une enzyme protéolytique, ce qui peut causer des dommages importants à la caséine du lait dans la mamelle avant la collecte du lait de l'animal.

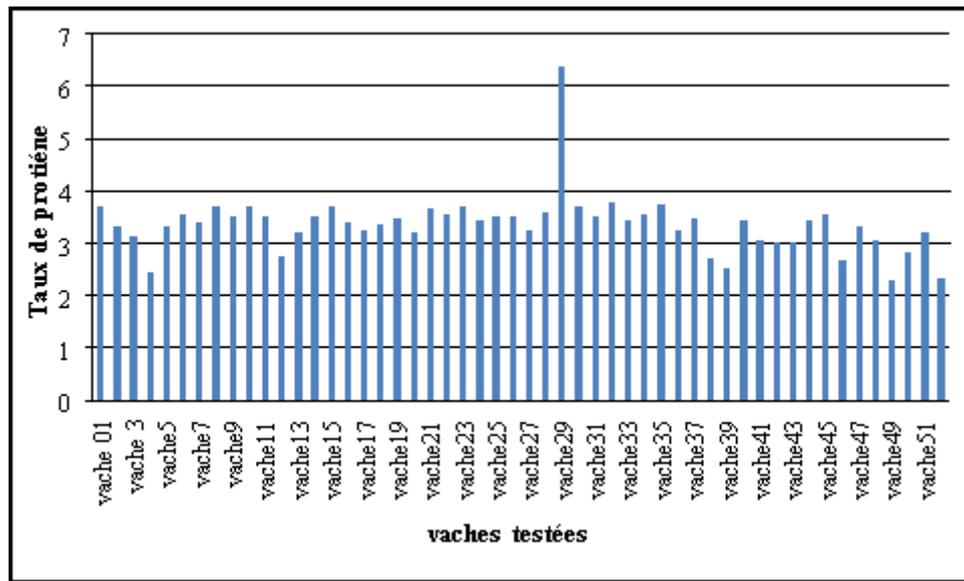


Figure N°30: Taux de protéine chez les vaches testées.

III.2.5. Lactose

La valeur du lactose était statistiquement différente dans le lait de la mamelle avec mammite subclinique (4,72) par rapport au lait normal (5,14). Ces résultats étaient similaires à ceux de **Pardeep et al., (2020)** qui ont trouvé 4,67 dans le lait de mammite subclinique.

Harmon (1994) a établi que la mammite réduisait la concentration de lactose entre 5 et 20 %. **Sharif et Muhammad, (2008)** ont expliqué que la gravité de la mammite est l'augmentation des cellules somatiques dans le lait de bufflonne, la teneur en lactose diminue considérablement. Plusieurs études ont montré que le lactose pourrait être un indicateur potentiel de santé chez les vaches (**Haile-Mariam et Pryce, 2017**). **Costa et al., (2019)** ont constaté que les vaches dont la teneur en lactose du lait était 4,553% présentaient un taux de problèmes de santé plus élevé que les vaches dont la teneur en lactose du lait était $\geq 5,045\%$.

Ainsi, tout changement inattendu de la teneur en lactose pourrait être associé à un bilan énergétique négatif ou à d'autres conditions de mauvaise santé. Des changements dans le pourcentage de lactose peuvent se produire en raison de dommages dans les cellules sécrétoires causés par l'inflammation et l'infection et l'utilisation du lait comme substrat pour la croissance des agents pathogènes de la mammite subclinique. Il est bien admis que la mammite provoque une diminution de la concentration de lactose du lait en raison de la capacité de synthèse réduite des tissus endommagés.

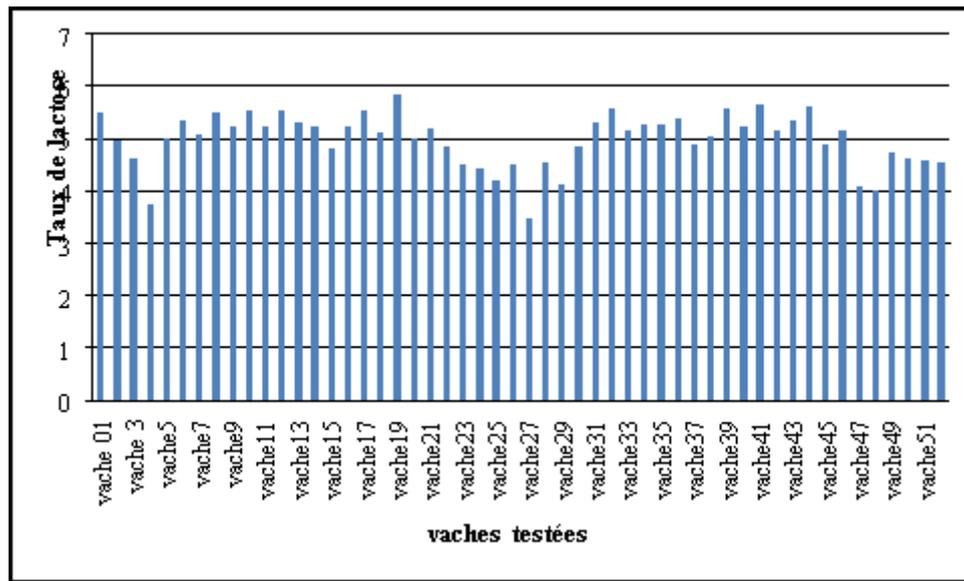


Figure N°31: Taux de lactose chez les vaches testées.

III.2.6. Sels minéraux

La quantité moyenne de substances minérales était (0,70) dans le lait mammitique, elle variait entre (0,54 à 0,82), cette valeur était statistiquement différente dans le lait normal avec 0,76 (variait entre 0,55 et 0,86). **Bruckmaier et al., (2004)** ont déclaré que les concentrations de Na et de Cl étaient plus élevées dans les quartiers infectés, tandis que K était plus faible, ce qui a entraîné une conductivité électrique élevée dans les quartiers infectés.

El Zubeir et al., (2005), ont indiqué que les niveaux de minéraux (Ca, Na, K, Mg, P, Fe, Zn et Cu) pour les échantillons de lait de mammitite subclinique ont révélé une corrélation positive entre le fer, le calcium et le magnésium, tout en étant corrélation a été trouvée entre le sodium et le potassium, on peut conclure que les minéraux du lait de vache peuvent être utilisés comme indicateurs d'une infection par la mammitite.

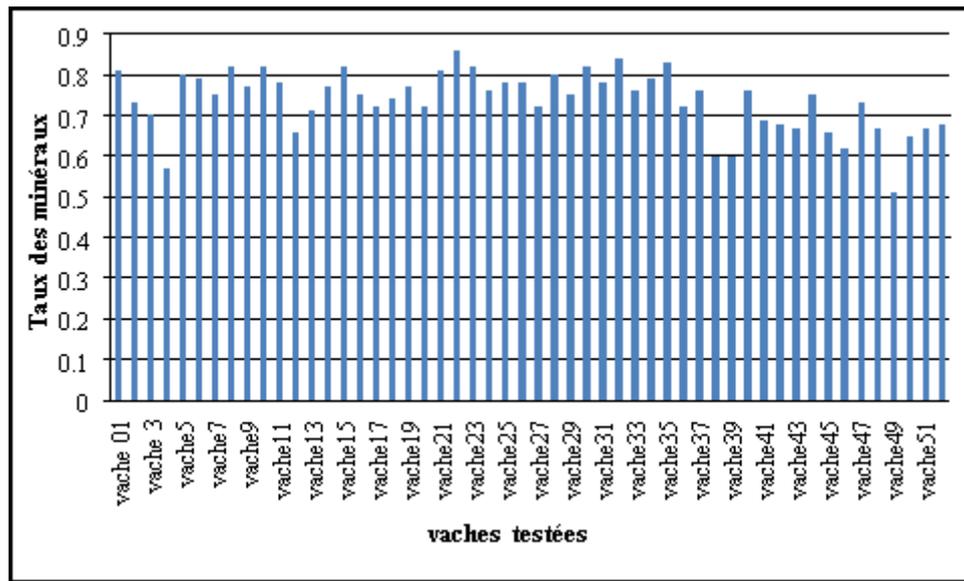


Figure N°32: Taux des minéraux chez les vaches testées.

III.2.7. pH

La présente étude a montré une augmentation significative du pH des échantillons de lait affectés par la mammite subclinique (valeur moyenne de 6,74 avec une plage de 6,00 à 8,74) qui était de 6,49 dans les quartiers sains (1,01 à 7,66). Par conséquent, le pH des échantillons de quart de lait était positivement associé à la réaction du California Mastitis Test (CMT).

L'extrapolation des modèles physico-chimiques développés pour le plasma (Constable, 1997) et l'urine (Constable *et al.*, 2009) a suggéré qu'une augmentation du pH du lait dans les quartiers atteints de mammite subclinique est principalement due à une augmentation de la différence entre la concentration du principal fort cation dans le lait (sodium) et la concentration des principaux anions forts dans le lait (chlorure et caséine), augmentant ainsi la différence d'ions forts. Tandis que, Kandeel *et al.*, (2019) ont signalé que le pH ne fournissait pas un test suffisant pour identifier les quartiers atteints de mammite subclinique. Cependant, d'autres études sont nécessaires pour faire la lumière sur ce pH différentiel dans les mamelles saines et mammites.

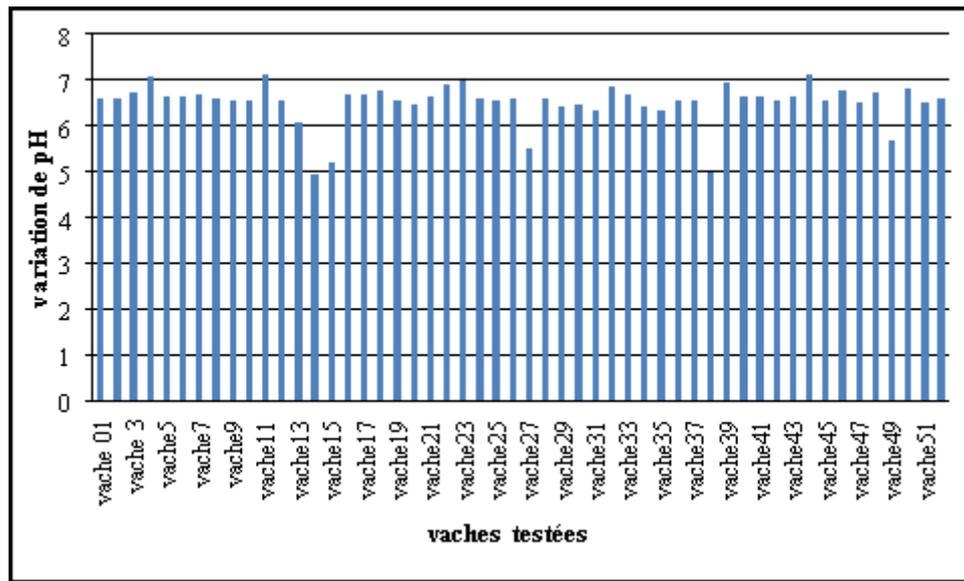


Figure N°33: Variation de pH chez les vaches testées.

III.2.8. Conductivité

La moyenne de la conductivité électrique s'est avérée significativement plus élevée dans les quartiers infectés (6,33 mS/cm) que dans les quartiers normaux (5,63 mS/cm).

Ces résultats sont en accord avec d'autres études, **Norberg *et al.*, (2004)** ont expliqué que la CE moyenne des vaches en bonne santé était de 4,87 mS/cm, tandis que la conductivité moyenne de vaches infectées par mammites subclinique était de 5,37 et 6,44 mS/cm, respectivement. **Bruckmaier *et al.*, (2004)** ont déterminé que la conductivité électrique était plus élevée dans les quartiers infectés et ont ajouté que la CE moyenne du log SCC/mL > 6,0 lait était de 6,06 mS/cm. **Janzekovic *et al.*, (2009)** ont indiqué que la conductivité dans les quartiers individuels de 102 vaches en lactation était < 5,5 mS/cm pour les pis sains et > 6,5 mS/cm pour les pis infectés. **Ilie *et al.*, (2010)** ont déclaré que 50 vaches laitières ont été classées comme saines/infectées cliniquement ou infectées de manière subclinique, et la CE a été mesurée à plusieurs reprises à partir d'échantillons prélevés lors de la traite. Pour les quartiers infectés de manière subclinique (n = 115), la CE moyenne était de 5,42 mS/cm, alors qu'elle était de 4,53 mS/cm pour les vaches saines (n = 21) et de 6,31 mS/cm pour les vaches cliniquement infectées (n = 52).

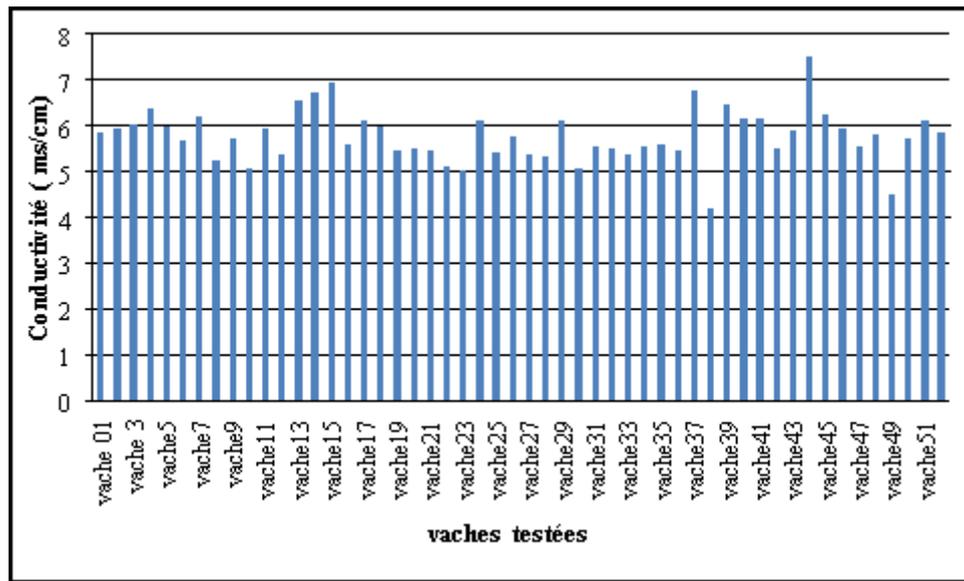


Figure N°34: Variation de la conductivité électrique chez les vaches testées.

En ce qui concerne la résistance du lait, il y avait une différence significative entre le lait malade et le lait sain, mais dans la présente étude, l'utilisation de Draminski n'est pas efficace pour détecter la mammite subclinique. De nombreux auteurs ont mentionné que le test californien (CMT) est le test indirect le plus sensible et le plus spécifique pour la détection de la mammite subclinique chez les vaches laitières (Iqbal *et al.*, 2004 ; Joshi et Gokhale, 2006).

Galfi *et al.*, (2017) ont rapporté que le test de californienne (CMT) a une sensibilité et une spécificité plus élevées que le test de Draminski et qu'il s'agit d'une meilleure méthode de détection de la mammite subclinique.

La présente étude a révélé que la conductivité électrique est un indicateur de mammite subclinique lorsqu'elle est supérieure à $> 5,5$ mS/cm. Cette augmentation de la valeur CE résulte de l'altération de la concentration des substances minérales en raison de la détérioration de la santé de la mamelle.

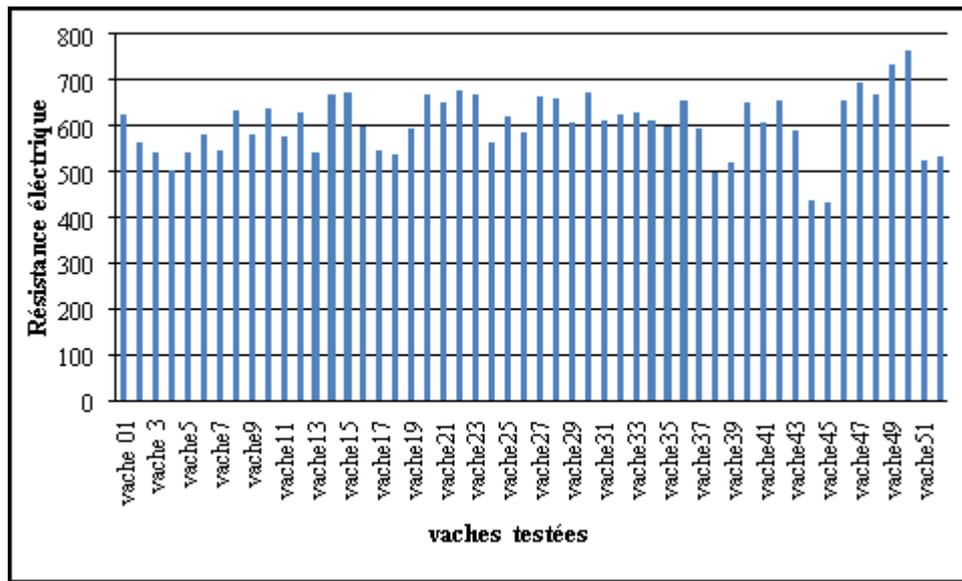


Figure N°35: Variation de la résistance électrique chez les vaches testées.

III.2.9. Matière sèche

La teneur totale en matière sèche du lait s'est avérée non significative ($P > 0,5$). Cependant, **Rajiv et al., (1998)** et **Pardeep et al., (2020)** ont signalé une diminution significative de la teneur totale en solides des échantillons de lait de vache mammitieuse, qui pourrait être due à une diminution des matières grasses et des teneurs en extrait sec dégraissé du lait affecté.

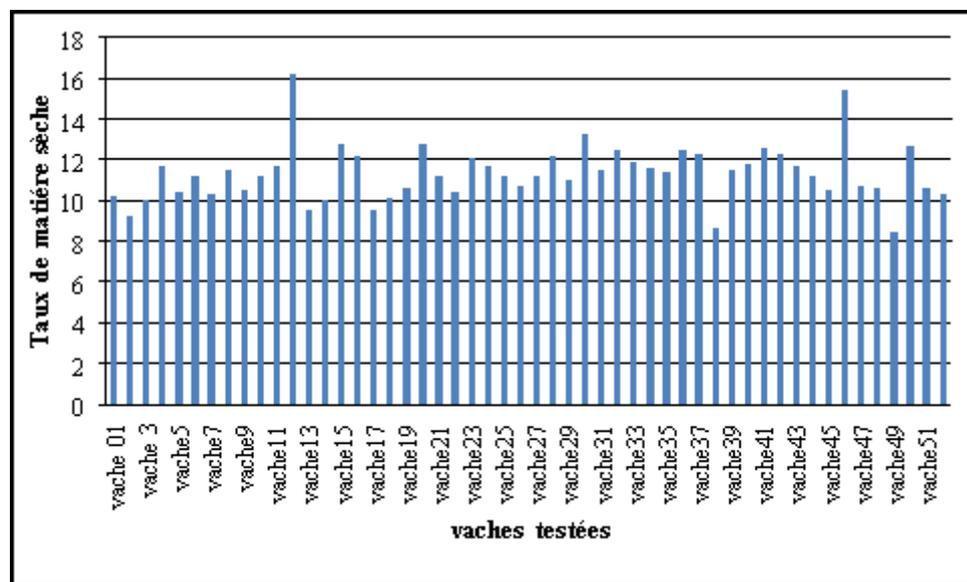


Figure N°36: Taux de matière sèche chez les vaches testées.

III.2.10. Point de congélation

Dans notre étude, la moyenne du point de congélation était de 0,54 (allant de 0,416 à 0,643).

Il était significativement différent avec le lait normal (0,59). Cependant, **Wendorff et al., (1993)** ont signalé que le lait a un point de congélation assez constant, qui est affecté par les solutés dans son solvant. **Mitchell (1989)** a déterminé que le lactose, le chlorure, le citrate et l'acide lactique représentaient 79 % à 86 % de l'abaissement total du point de congélation, et a ajouté que la mammite subclinique montrait une augmentation significative du chlorure sans effet significatif sur le point de congélation.

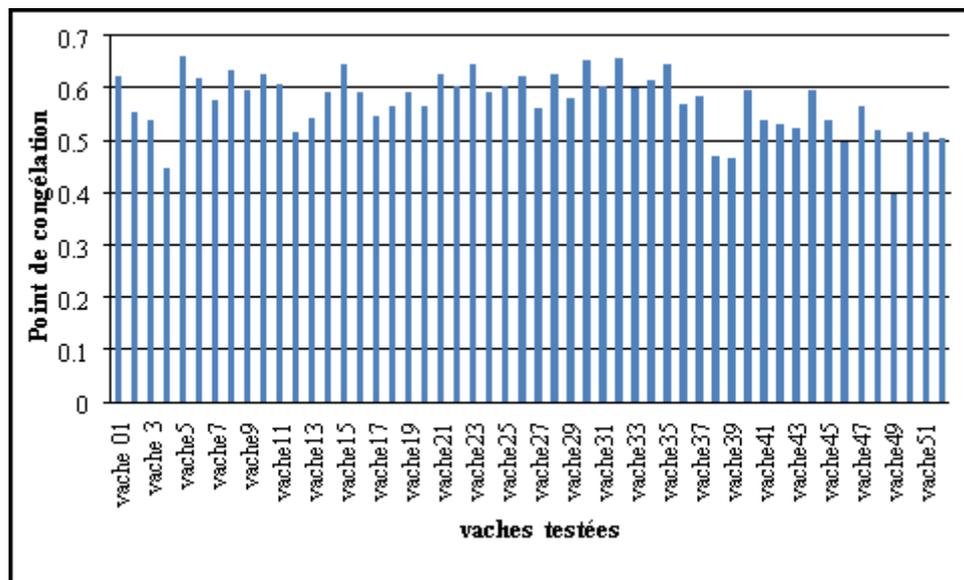


Figure N°37: Variation de point de congélation chez les vaches testées.

IV. Stabilité des paramètres physicochimiques après conservation à 4 °c

L'effet d'un stockage réfrigéré à une température de 4 °C pendant 7 jours sur la composition du lait cru ont été étudiées dans ce travail, car nous voulions savoir comment la composition du lait sera changée et comment les résultats de laboratoire seront affectés. Dans de nombreux cas, les échantillons ne sont pas conservés avec des produits chimiques conservateurs comme l'azidiol, le bronopol, le dichromate de potassium ou les Microtabs. Nous avons constaté que la composition du lait cru de vache après 7 jours a été modifiée de manière significative ($p = 0,05$). Jour après jour.

Tableau N°13: Effet de la température de stockage (4°C) sur certaines propriétés physico-chimiques du lait cru.

Paramètres physicochimiques	Moye± ES(%)
MG(%)	3.74±0.10
ESD(%)	8.45 ±0.12
Protéine(%)	3.10±0.04
lactose(%)	4.66± 0.06
minéraux(%)	0.72±0.03
pH	6.01±0.05
conductivité	5.66±0.03
densité(%)	1.030±0.4
Point de congélation (° C)	0.536±0.09

Nous avons trouvé une stabilité pendant les premiers jours suivis par une diminution moyenne de la teneur en matières grasses, protéine et lactose les jours qui suivent. La lipolyse du lait peut être initiée à la fois par lipases laitières indigènes et par des lipases microbiennes, qui pourrait modifier la composition du lait (ISO 9622, 2013). Le lait cru conservé à 4 °C permet la croissance des bactéries lipolytiques psychrotrophes (Fonseca *et al.*, 2013).

Les enzymes extracellulaires microbiennes lipolytiques et protéolytiques peut causer des problèmes de détérioration (Baur *et al.*, 2015).

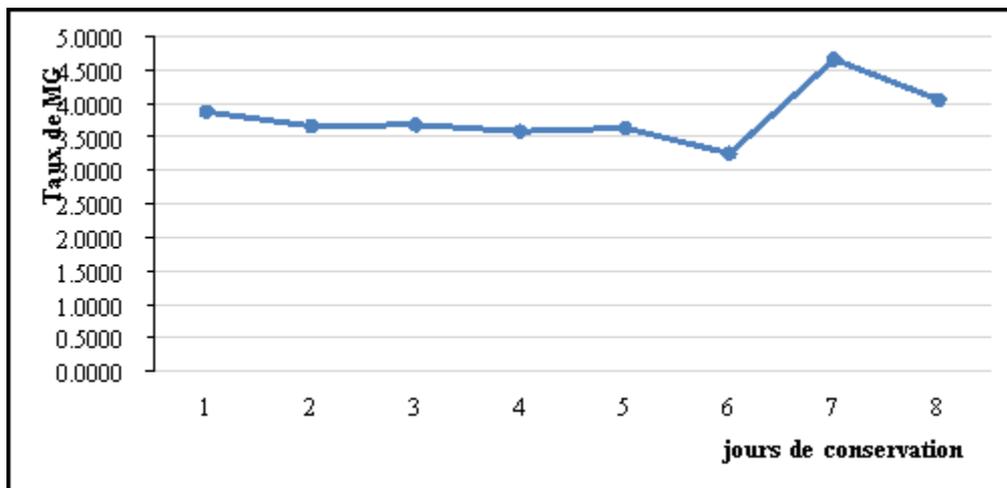


Figure N°38: Effet de la durée de la conservation (4°C) sur la matière grasse.

La protéolyse peut se produire pendant le stockage à 4 °C des échantillons de lait (Santos *et al.*, 2003). La Protéolyse dans le lait pendant le stockage à 4 °C pendant six jours indique la plus grande importance des protéinases microbiennes que l'activité de la plasmine. Les activités de la plasmine ont diminué pendant les six jours de stockage à 4°C (Guinot-Thomas *et al.*, 1995).

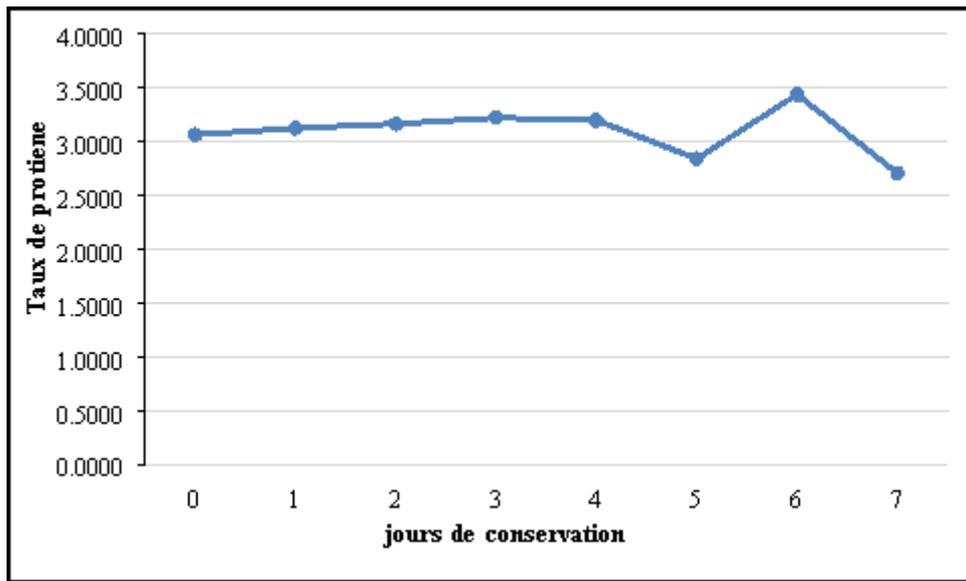


Figure N°39: Effet de la durée de la conservation (4°C) sur la protéine.

selon **Peter et al., 2015** la teneur en protéines et en lactose était légèrement augmenté. Par ce que la teneur en matière grasse a été modifiée, le calcul des autres composants du lait par instrument a été affecté. Selon **Kaylegian et al., (2007)**.

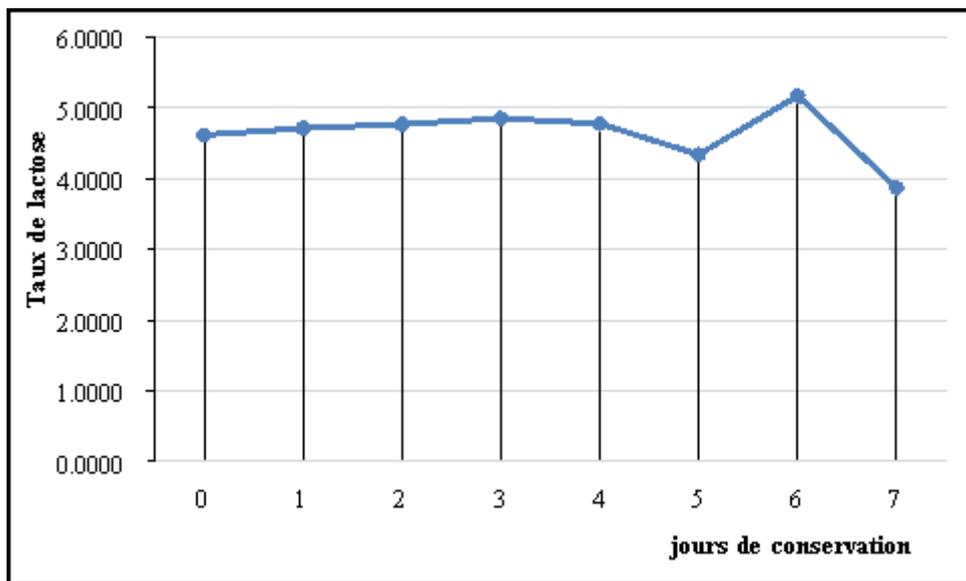


Figure N°40: Effet de la durée de conservation (4°C) sur le lactose du lait cru.

Il est nécessaire de refroidir le lait cru après la traite pour diminuer les changements dans la composition physicochimique.

Conclusion

Cette étude a montré que la qualité du lait obtenu dans les fermes laitières de sidi Khaled (Tiaret) a en général des compositions physico-chimiques comparables aux normes nationales et internationales (pH= 6.45; Densité= 1020.84; PC= -0.550; CE= 5.53; MG=34.57; MP= 31.87; ESD= 86.3; Lactose=47.39; Sels minéraux=0.70. Cependant il existe une différence significative entre les paramètres physicochimiques obtenus par lactoscanSP et ceux obtenus par méthodes classiques (pH, Densité, Matière grasse et conductivité) $P < 0.0001$.

En outre, il existe de nombreux facteurs qui influencent la qualité du lait tels que la race, la saison, l'alimentation et la présence des mammites (Après la mesure de la CE de lait de mélange dans notre étude, 13 % des vaches sont infectées par une mammite subclinique et 20 % d'entre elles ont un risque de développer la maladie).

Le diagnostic de 203 quartiers révèle une prévalence globale de 48,07 % et 27,58 % pour la mammite subclinique au niveau de la vache et du quartier, respectivement. Après l'utilisation de test CMT qui donne une réponse qualitative sur le statut de chaque quartier de la mamelle (saine ou infectée) et permet de sélectionner les animaux. On a trouvé que les composants physico-chimiques des échantillons du lait mammitieux étaient inférieurs à ceux du lait normal ($P < 0.05$). Les tests de CMT, EC et lactoscanSP représentent des méthodes de diagnostic précieuses pour la détection des vaches qui ne présentent aucun signe clinique de maladie. Cependant, le détecteur de mammite Draminski ne pourrait pas être une méthode potentielle pour le diagnostic de la mammite subclinique chez les vaches laitières.

De plus, il a été observé que toutes les races sont sensibles à la mammite et que l'incidence de la mammite subclinique augmente avec l'âge et le nombre de lactations. Les résultats de notre recherche indiquent que la détection précoce de la mammite subclinique chez les vaches peut améliorer les stratégies de traitement et la production de lait.

Il est important de noter que l'utilisation du lactoscanSP dans les laitiers joue un rôle crucial car elle permet d'analyser plusieurs paramètres en un temps record (environ 11 paramètres physico-chimiques en 50 secondes) sans l'ajout de réactifs chimiques ayant altéré la composition nutritionnelle et la perte d'une certaine quantité de lait. Par conséquent, lactoscanSP peut détecter la fraude en mesurant l'ajout d'eau et le point de congélation, et aussi la détection précoce de mammite subclinique.

L'effet d'un stockage réfrigéré à 4 °C pendant 7 jours sur la composition du lait cru a été étudiées dans ce travail, Nous avons constaté que la composition du lait cru de vache (20 échantillons) a été modifiée de manière significative ($p = 0,05$). Matière grasse 3.74 ± 0.10 ; Protéine 3.10 ± 0.04 ; lactose 4.66 ± 0.06 .

Il ressort, également, de cette étude que la détermination de relation entre les indicateurs physico-chimiques étudiés pour le lait cru ont montré une corrélation positive pour MG(eau, conductivité) ; ESD(protéine, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; Densité(MG) ; Protéine(ESD, lactose, eau, point de congélation, minéraux) ; Lactose(ESD, protéine, eau, point de congélation, pH, minéraux) ; Eau(MG, ESD, lactose, point de congélation, minéraux, pH) ; Point de congélation(ESD, protéine, eau, minéraux, pH, conductivité) ; Minéraux(ESD, protéine, lactose, eau, point de congélation, pH, conductivité) ; pH(protéine, eau, point de congélation, minéraux) ; Conductivité(MG, lactose, point de congélation, minéraux). $P = 0.01$.

Afin de garantir la production d'un lait de bonne qualité hygiénique et nutritionnelle, il est nécessaire de :

- Contrôler le lait individuel de chaque vache au niveau des fermes (utilisation des tests rapide comme le CMT, EC, LactoscanSP) par ce que dans notre étude on a trouvé la présence de mammite dans le lait de mélange au niveau de la laiterie.
- L'utilisation de LactoscanSP au niveau des laiteries pour assurer la qualité physicochimique de lait.
- La congélation de lait cru à 4 °C et diminuer la durée de stockage (moins de trois jours) pour éviter l'altération des composants physicochimiques.
- Amélioration de l'état d'hygiène des bâtiments d'élevage, ceci est nécessaire pour diminuer les infections à l'origine des mammites.
- Il faut bien stériliser les machines à traire pour éviter le risque de transmission des espèces pathogènes entre les vaches laitières.
- le test de dépistage régulier doit être adapté pour la détection précoce de la mammite subclinique afin d'avoir un traitement rapide aux cas positifs pour empêcher leur conversion vers la forme clinique. par conséquent de préserver la santé des consommateurs et d'éviter des pertes économiques.

A

1. **Adjlane-kaouche S, Benhacine R, Ghozlane F, Mati A, (2014).** Nutritional and Hygienic Quality of Raw Milk in the Mid-Northern Region of Algeria: Correlations and Risk Factors. *The Scientific World Journal*, ID 131593, 7 p, doi:10.1155/2014/131593.
2. **AFNOR (Association Française de Normalisation), (1980).** Lait. Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, 33-34.
3. **AFNOR (Association Française de Normalisation), (1993).** Contrôle de la qualité des produits alimentaires- Lait et produits laitiers : Analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4e éd, P: 58.
4. **AFNOR (Association Française de Normalisation), (2001).** Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211.
5. **Aggad, H, Mahouz F, Ahmed, Ammar Y, Kihal M, (2009).** Assessment of milk hygienic quality in western Algeria. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160: 590-595.
6. **Alais C. (1984).** Sciences du lait: principes des techniques laitiers, 4 ème édition Paris : Edition SEPAIC , 814p.
7. **Alais C. et Linden G ., 1997.** Abrégé de biochimie alimentaire. 4 ème Edition. Masson
8. **Amarglio S. (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyse physique et chimique, 3ème édition Paris : AFNOR ; ITSU, 1030p.
9. **Anonyme. 1995.** Numération des cellules somatiques du lait. Norme FIL Internationale 148 A. Fédération Internationale de Laiterie.
10. **AOUES K, Megateli S, Tabet M, Rezki I, Tefahi D, Benrima A, (2019).** détection des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de vache collecté dans la région de Blida (Algérie). *Revue Agrobiologia*. 9(1): 1214-1222.
11. **AOUES K, Megateli S, Tabet M, Rezki I, Tefahi D, Benrima A, (2019).** détection des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de vache collecté dans la région de Blida (Algérie). *Revue Agrobiologia*. 9(1): 1214-1222.
12. **Asif M and Sumaira U, (2010).** A Comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (12): 1192-1197.

B

13. **[Baazize-Ammi D](#), [Dechicha A S](#), [Tassist A](#), [Gharbi I](#), [Hezil N](#), [Kebbal S](#), [Morsli W](#), [Beldjoudi S](#), [Saadaoui M R](#), [Guetarni D](#), (2019).** Screening and quantification of antibiotic residues in broiler chicken meat and milk in the central region of Algeria. *Rev Sci Tech*. 38(3):863-877.
14. **[Baazize-Ammi D](#), [Dechicha A S](#), [Tassist A](#), [Gharbi I](#), [Hezil N](#), [Kebbal S](#), [Morsli W](#), [Beldjoudi S](#), [Saadaoui M R](#), [Guetarni D](#), (2019).** Screening and

Références bibliographiques

- quantification of antibiotic residues in broiler chicken meat and milk in the central region of Algeria. *Rev Sci Tech.* 38(3):863-877.
15. **Balezi, Z., & Mushagalusa, G. N. (2018).** Effets des techniques de transformation sur la qualité du fromage blanc traditionnel «Mashanza» produit au Sud-Kivu, RD Congo. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38(1), 6097-6110.
 16. **Batool, SA, Kalsoom R, Rauf N, Tahir S.S and Hussain F, (2012).** Microbial and Physico-Chemical Quality Assessment of the Raw and Pasteurized Milk Supplied In the Locality of Twin City of Pakistan. *Internet Journal of Food Safety*, 14: 17-22.
 17. **Benlahcen, K, Mouloudi F and Kihal M, (2013).** Study of the microbial and the physicochemical quality of raw milk from cows exposed to environmental pollutants in the region of West Algeria. *International Journal of Environmental Engineering Science and Technology Research*, 1(9): 229-240.
 18. **BIDAUD O, HOUFFSCHMITT P, VIGUERIE Y (2005 et 2007).** Etiologie des mammites bovines en France. *Intervet*, 2010.
 19. **Billon P, Menard JL, Berny , Gaudin V. 2001.** La détection des mammites par la mesure de conductivité électrique du lait. *Bull. GTV*, 12 : 35-39.
 20. **BLOWEY RW, EDMONDSON P(2010).** *Mastitis control in dairy herds*. Seconde édition. CABI, Wallingford, United Kingdom. 272 p.
 21. **Boivert C. (1980).** Contribution à l'étude de la contamination du lait : mise en évidence de virus dans le lait cru par microscope électronique. Thèse : Med. Vét., Toulouse, 66.
 22. **BORTREE (A-L.), CAROLL (E.J) ET SCHALM (O.W.) (1962):** J. Dairy Shcalm. (O.W.)._J. Dairy Sa, 45, 1962, 1465.
 23. **BOSQUET G, FAROULT B, LABBE J-F, LE PAGE P, SERIEYS F(2013).** *Référentiel Vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines*. SNGTV, Paris, Fance. 100 p.
 24. **BOSQUET G, FAROULT B, LABBÉ J-F, LE PAGE P, SÉRIEYS F(2013).** *Référentiel Vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines*. SNGTV, Paris, Fance. 100 p.
 25. **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. MSc vet S, University Mentouri, Constantine, Algeria.124p.
 26. **Bourgeois C., Larpent J. P. (1981).** *Microbiologie alimentaire : les fermentations alimentaires*. Paris : APRIA, Ed. Lavoisier. Tec et Doc, 334p.
 27. **Bousbia A, Boudalia S, Gueroui, Y, Belaize B, Meguelati S, Amrouchi M, Ghebache R, Belkheir B and Benidir M, (2018).** Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria. *Asian J. Dairy & Food Res*, 1-5.
 28. **Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., De Buyser, M. L., Collette, C., Garin Bastuji, B., & Thorel, M. F., 2009.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 16(1), 452-471.

Références bibliographiques

29. **Bruckmaier, R.M., Ontsouka, C.E., Blum, J.W. 2004:** Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. *Vet. Med. - Czech.*, 49: 283-290.
30. **BUSATO A., TRACHSEL P., SCHALLIBAUM M., BLUM J.W., 2000.** Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Prev. Vet. Med.*, 44: 205-220.

C

31. **Constable, P. D. 1997.** A simplified strong ion model for acid-base equilibria: Application to horse plasma. *J. Appl. Physiol.* 83:297–311.
32. **Constable, P. D., C. C. Gelfert, M. Fürll, R. Staufenbiel, and H. R. St.mpfli. 2009.** Application of strong ion difference theory to urine and the relationship between urine pH and net acid excretion in cattle. *Am. J. Vet. Res.* 70:915–925.
33. **Costa, A.; Lopez-Villalobos, N.; Sneddon, N.W.; Shalloo, L.; Franzoi, M.; De Marchi, M.; Penasa, M. 2019.** Invited review: Milk lactose-Current status and future challenges in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 102: 5883–5898.
34. **CRAPLET C, THIBIER M., (1973).** La vache laitière, éditions Vigot Frères.
35. **CUQ, J. L. (2007) b** Microbiologie Alimentaire : Contrôle microbiologique des aliments, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc p 103, 104.des organisation de consommateurs.015-11.pl-3.des organisation de consommateurs.015-11.pl-3.

D

36. **DAVIS (J.G.) et MCCLE MONTY (J.)(1939):**J. Dairy Res., 10 -94.35
37. **Debouz A, Guergueur L, Hamid O, Hadj Sayed A, (2014).** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaia. *Revue Elwihat pour les recherches et les études : Vol 7, N°2, 10-17.*
38. **DERIVAUX. J., ECTOR S F., (1980).** Physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Les éditions du point vétérinaire, 12 rue de Marseille 94700 Maison Al Fort.
39. **Dohoo IR, Leslie KE. (1991).** Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Pev. Vet. Med.*, 10 : 225-237.
40. **Draminski website URL address:**
<https://www.draminski.fr/agri/wykrywacze-mastitis/draminski-detecteur-de-mammite-1q/>.
41. **DUREL L, FAROULT B, LEPOUTRE D, BROUILLET P, LE PAGE P. (2004).** Mammites des bovins (cliniques et subcliniques). Démarches diagnostiques et thérapeutiques. Supplément technique, Dépêche Vétérinaire., 87, 42 p.
42. **DUREL L, GUYOT H, THÉRON L. (2011).** Vade-mecum des mammites bovines. Éditions Med'Com, Paris, France. 270 p.

E

Références bibliographiques

43. **EBERHARTR. J., BUCKALEW J.R. (1977).** intramammary infections in a dairy herd with a low incidence of streptococcus agalactiae and staphylococcus aureus, infections j.Am.Vet Red. Associ. 172:630-634.
44. **El Zubeir, E.M.I., El Owni O.A.O., Mohamed, G.E. (2005).** Correlation of minerals and enzymes in blood serum and milk of healthy and mastitic cows. *Res. J. Agri. Bio. Sci.*, 1: 45-49.
45. **Enb, A., Abou Donia, M. A., Abd-Rabou, N. S., Abou-Arab, A. A. K., & El-Senaity, M. H. (2009).** Chemical composition of raw milk and heavy metals behavior during processing of milk products. *Global Veterinaria*, 3(3), 268-275.
- F**
46. **Faye B et Loiseau G. (2002).** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Edition: CIRAD-FAO, Montpellier, France, 60p.
47. **FILI POVITH (D.) et FILIT POVITCH. (1956).** Lait, 36 -608.
48. **FREDOT. (2005).** Connaissance des aliments –Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier .397p .
49. **FREDOT E. (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).
- G**
50. **Galfi,A.L.,ŽMiodrag.I.N.Radinović,M.M.Davidov,Z.ErdeljanandR.Kovačević.(2017)**Detection of Subclinical Mastitis in Dairy Cows Using California and Draminski Mastitis Test *.Biotechnology in Animal Husbandry*, 33(4):465- 473.
51. **GAUCHERON F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).
52. **Ghazi, K. and Niar, A. (2006).** Incidence of mastitis in various bovine breedings in Tiaret area (Algeria). *Assiut Vet. Med. J.*, 52:198.
53. **Ghozlane, M.K. (2018).** Stratégie alimentaire au péripartum dans les élevages bovins laitiers en Algérie : impact sur les performances zootechniques. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, ENSV, Algérie. p1.
54. **GONZALES R.N., JASPER D.E., FARVER T.B., BUSHNELL R.B., FRANTI C.E. (1988).** Prevalence of udder infections and mastitis in 50 California dairy herds. *J. Am. med. Assoc.*, 193: 323-328.
55. **GOSTA. (1995).** Lait long conservation .In manuel de transformation du lait .Edition ; Tétra packs Processing Systems A.B Sweden – 442 p.
56. **Goursaud J. (1985).** Coagulation enzymatique du lait. In : biotechnologie, Lavoisier édition, Paris, 301-339 p.
57. **GOURSOD. (1985).** Comparaison et propriétés physico-chimique, dans Luquet F.M.1985 lait et produit laitière (vache,brebis,chèvre) Tome 1 : les laits de la mamelle à la laitière .Technique et documentation Lavoisier PP-6-95.
58. **Griffiths, M. (Ed.). (2010).** Improving the safety and quality of milk: Milk production and processing. Elsevier, pp 4-131.

H

Références bibliographiques

59. **Haile-Mariam, M.; Pryce, J.E. (2017).** Genetic parameters for lactose and its correlation with other milk production traits and fitness traits in pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.*, 100: 3754–3766.
60. **Hamann H, Zeconi A. (1998).** Evaluation of electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. Fédération internationale laitière. Bulletin n°34, 27 pp.
61. **Hamann J, Krömker V. (1997).** Potential of specific milk composition variables for cow health management. *Livest. Prod. Sci.*, 48 : 201-208.
62. **Hamann J, Krömker V. (1997).** Potential of specific milk composition variables for cow health management, *Livest. Prod. Sci.* 48 201–208.
63. **Hamann J, Zeconi A. (1998).** Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. Bulletin of the IDF, 334: 26 p.
64. **Hamiroune, M, Berber A, Boubekeur S. (2014).** Bacteriological quality of raw milk from local and improved cows sold in the regions of Jijel and Blida (Algeria) and impact on public health. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 158: 137-144.
65. **Hamiroune, M, Dahmani S, Kasmi Z, Foughalia A and Djemal M. (2019).** Evaluation of the Physicochemical Quality of Raw Bovine and Goat Milk Marketed in the Steppic Region of Djelfa (Algeria). *Bulletin UASVM Veterinary Medicine* 76 (1)/20189: 55- 65.
66. **HARMON R.J. (1994).** Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 77: 2103-2112.
67. **HEESCHEN (W.) (1966).** IN – Dairy Congress, A .391.
68. **Hoden A, Coulon JB. (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, 361-367.
69. **HOUDEBINE L. M. (1986).** Control hormonal du développement et l'activité de la glande mammaire. *Repro. Nutr. Develop.* 26: 515 – 523.

I

70. **Ilie, L.I., Tudor, L., Galis, A.M. (2010).** The electrical conductivity of cattle milk and the possibility of mastitis diagnosis in Romania. *Vet. Med. Sci. Works*, 43: 220-227.
71. **IQBAL M., ALI KHAN M., DARAZ B., SIDDIQUE U. (2004).** Bacteriology of mastitic milk and in vitro antibiogram of the isolates. *Pakistan Veterinary Journal*, 24:161- 164.

J

72. **Janzekovic, M., Brus, M., Mursec, B., Vinis, P., Stajnko, D., Cus, F. (2009).** Mastitis detection based on electric conductivity of milk. *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering* , 34 (1): 39-46.
73. **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).

Références bibliographiques

74. **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
75. **Jensen NE, Knudsen K. (1991).** Inter quarter comparison of markers of subclinical mastitis : somatic cell count, electrical conductivity, N-acetyl -b- glucosaminidase and antitrypsin. *J. Dairy Res.* 58 (4) : 389-399.
76. **JOFFIN .C et JOFFIN. (2000).** Microbiologie Alimentaire ,5^{ème} édition, France centre.
77. **JONES G.M. (2009).** Understanding the basics of mastitis. Virginia Cooperative Extension. Publication No. 404-233. Pp 1-7. Virginia State University, USA. On line: http://pubs.ext.vt.edu/404/404-233/404-233_pdf.pdf.07/23/2013.
78. **JOSHI S., GOKHALE S. (2006).** Status of mastitis as an emerging disease in improved and periurban dairy farms in India. *Annals of the New York Academy of Science*, 1081:74-83.

K

79. **Kalandi M, Sow A, Guigma W. V. H, Zabre M. Z, Bathily A, Sawadogo G. J. (2015).** Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de Kaolackau Sénégal *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2): 901-909 p.
80. **Kamoun M. (2011).** caractéristiques physicochimique et microbiologiques du lait rapport IRESA.
81. **Kandeel S. A., Megahed A. A., Ebeid M. H., Constable P. D. (2019).** Ability of milk pH to predict subclinical mastitis and intramammary infection in quarters from lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 102:1417–1427.
82. **KAŞIKÇI G., ÇETİN Ö., BİNGÖL E. B., GÜNDÜZ M. C. (2012).** Relations Between Electrical Conductivity, Somatic Cell Count, California Mastitis Test and Some Quality Parameters in The Diagnosis of Subclinical Mastitis in Dairy Cows. *Turk. J. Vet. Anim.Sci.*, 36(1): 49-55.
83. **KEIS (k°). (1963):** Thèse de doctorat .Teehn .Hoehseh . Munehen .
84. **Kitchen BJ, Middleton G, Durward IG. 1980.** Mastitis diagnostic tests to estimate mammary gland epithelial cell damage. *J. Dairy Sci.*, 63 : 978-983.
85. **Kitchen BJ. (1981).** Review of the progress of dairy science : bovine mastitis : milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.*, 48 : 167-188.
86. **Kodio A. (2005).** Qualité de produits laitiers de production industrielle et artisanale. Thèse de pharmacie. Bamako, 17.
87. **KRÖMKER V, ZINKE C, PADUCH J-H, KLOCKE D, REIMANN A, ELLER G. (2010).** Evaluation of increased milking frequency as an additional treatment for cows with clinical mastitis. *J. Dairy Res.*. 2010, 77, 90-94.

L

88. **Labioui H, El moualdi L, Ben zakour A, El yachioui M, Berny E, Ouhssine M. (2009).** Étude physicochimique et microbiologique de lait. *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux* , 148: 7-16.

Références bibliographiques

89. **Labioui H, El moualdi L, Ben zakour A, El yachioui M, Berny E, Ouhssine M. (2009).** Étude physicochimique et microbiologique de lait. Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux , 148: 7-16.
90. **LAGO A, GODDEN SM, BEY R, RUEGG PL, LESLIE K. (2011).** The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. Journal of Dairy Science. 94, 4441-4456.
91. **Lapointe-Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter Polytechnique.
92. **Lederer J. (1983).** Le lait ; Encyclopédie de l'hygiène alimentaire. Tom 2, 2ème édition.
93. **Lepage P. 2003.** Les moyens de diagnostic des infections mammaires en exploitation. Journées Nationales GTV-INRA , Nantes : 319-33.
94. **Leray C. 1999.** Méthodes de comptage des cellules du lait et qualité du lait. *Journées nationales GTV-INRA*, Nantes : 85-89.
95. **Leymarios, F. C, (2010).** Nutritional quality of cow's milk and its fatty acids. PhD thesis. National veterinary School of alfort, France. pp. 122.
96. **Leymarios, F. C. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. PhD Vet S, École Nationale Vétérinaire Alfort. Paris, France, p15.
97. **Lollivier V., Guinard-Flament J., Ollivier-Bousquet M., et Marnet P. G. (2002).** Oxytocin and milk removal: Two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *Reprod.Nutr. Dev.* 42:173-186p. <http://dx.doi.org/10.1051/rnd:2002016>.
98. **Iounis M, Harfouche L. (2020).** Physicochemical characteristics of raw milk marketed in the city of djelfa, algeria , *Agriculture*, 185-189.

M

99. **Maghuin-Rogister G, Janosi A, Helbo V, Van Peteghem C, Sanders E, Van Eeckhout E, Cornelis M, Jouret M. (2001).** Stratégie intégrée d'analyse qualitative et quantitative des résidus de substances antimicrobiennes dans les denrées alimentaire, France. Rapport Final SSTC; 13-58.
100. **Mansour L. (2015).** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse Doctorat Université Ferhat Abbas ; Sétif 1. 120p.
101. **MARCH R, PRENAFETA A, NOGUERA M, GUIX R, FOIX A. (2010).** Efficacy evaluation of a new vaccine against bovine mastitis. Field trial results.. NMC 49th Annual Meeting Proceedings., Albuquerque. 31 janvier au 3 février 2010.
102. **MARMORT (M.G.), NANI (S.) et REDAELLI (G.). (1958).** - *Ati Soc ital. -Sein .vét .* , 11, 1957,804, réf. D. Abstr ., 20-779.
103. **MARTINET J. et HOUDEBINE L.M. (1993).** Biologie de lactation.
104. **Matallah S, Matallah F, Djedidi I, Mostefaoui K.N and Boukhris R. (2019).** Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches

Références bibliographiques

élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (11).

105. **Mitchell, G.E. (1989)**. The contribution of lactose, chloride, citrate and lactic acid to the freezing point of milk. *Aust. J. Dairy Technol.*, 44: 61-64.
106. **Monique, Z. and C. Souad. (2013)**. Flores protectrices pour la conservation des aliments, Editions Quae.

N

107. **NANI (S.) et REDAELLI (G.). (1957)**. Attis Soc ital . Sci .vet ., 11-799,ref .D.
108. **Ndiaye M. (1991)**. Contribution à l'étude comparée de la qualité microbiologique des laits crus, caillés et lait en poudre commercialisés dans la région de Dakar. Thèse : Méd. Vét. Dakar, 17.
109. **NICKERSON SC. (1987)**. Resistance mechanisms of the bovine udder: New implication for mastitis.
110. **NICOLET (J.).(1962)**. Milchwissenschaft , 17, 1962,307- 362.
111. **Niemczycki S, Galecki J. (1983)**. Conductivité électrique spécifique du lait et nouveaux dispositifs pour sa détermination, *Le Lait*, INRA Editions, 18: 1009-1033.
112. **Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I.R., Friggens N.C., Sloth, K.H.M.N., Løvendahl, P. (2004)**. Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. *J. Dairy Sci* ; 87: 1099-1107.

O

113. **O'Callaghan, T. F., Sugrue, I., Hill, C., Ross, R. P., & Stanton, C. (2019)**. **Nutritional aspects of raw milk: a beneficial or hazardous food choice. In raw milk (pp. 127- 148). Academic Press.**
114. **OWEN (E.C.). (1965)**. Some aspect of the metabolism of vitamin A and carotens , W.R.N.D ;S.
115. **Osman ALatta, M.A. (2017)** .Effect of Different Stages of the Lactation Period on Physicochemical Properties of Camel, Goat and Cow Milk (Doctoral dissertation, Sudan University of Science and Technology).

P

116. **Packard V, Ginn R. (1990)**. An evaluation of freezing point changes in raw milk analyzed by Dairy Quality. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 10: 347-351.
117. **Pardeep S., Bhardwaj K., Wadhwa D.R., Shivani K. (2020)** .Subclinical mastitis and its effect on milk components in crossbred cows. *Himachal Journal of Agricultural Research*, 46 (1): 95-99.
118. **Payne, W.J.A. and Wilson, R.T. (1999)**: An introduction to Animal Husbandry in the Tropics. 5th Ed. Blackwell Publishing Ltd, Iowa State University Press USA, 826p.

Références bibliographiques

119. **Pereira PC. (2014).** Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition* 30: 619-27.
120. **Petrie A and Watson P. (2006).** Statistics for Veterinary and Animal Science, 2nd ed., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, pp. 299.
121. **Pougheon S et Goursaud j. (2001).** Le lait caractéristiques physicochimiques In Debry G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
122. **Poutrel B. (2002).** Actualités sur les méthodes de diagnostic des mammites. *Journées nationales GTV INRA*, Tours : 157-162.
123. **POUTREL B. (2014).** Prévention vaccinale des mammites à coliformes et staphylocoques. *Supplément technique, Dépêche Vétérinaire.*, 136, 31-32.

R

124. **Rajiv S, Singh KB, Khera SS and Sudhan NA. (1998).** Effect of subclinical and clinical mastitis on the milk compositions in crossbred dairy cows. *Indian Vet. J.*, 75: 462-465.
125. **Rakib.H.R. (2013).** Turbidity index for the detection of heated milk .Thesis Bangladesh Agricultural University.
126. **RAKOTOZANDRINDRAINY R., RAZAFINDRAJONA J.M., FOUCRAS G. (2007).** Diagnostic rapide à la ferme des mammites subcliniques des vaches laitières du triangle laitier des hautes terres de Madagascar. *Revue Méd. vét.*, 158 : 100-105.
127. **REMY D. Les mammites. (2010).** France Agricole Editions, Paris, France. 262 p.
128. **RENK (W.) ET TEUTE (H .W.) (1958) :** -Berl . und Munehl . tieriirtl .Wsehr ., 71-23.
129. **ROBERSON JR, WARNICK LD, MOORE G. (2004).** Mild to moderate clinical mastitis: efficacy of intramammary amoxicillin, frequent milk-out, a combined intramammary amoxicillin, and frequent milk-out treatment versus no treatment. *J. Dairy Sci*, 87, 583-592.
130. **Rode L., (2006).** Formulating dairy cow diets for milk composition. in Proc. 41st Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf. Vancouver, BC, Canada.
131. **Romain Jeantet , Thomas Croguennec , Michel Mahaut ,Pierre Schuck et Gérard Brulé. (2018).** Les produit laitiers.
132. **RUEGG P.L., REIMAN D.J. (2002).** Milk quality and mastitis tests. *Bovine Pract.*, 36: 41-54.
133. **Ruegg PL, Reiman DJ. (2002).** Milk quality and mastitis tests. *The Bovine practitioner*, 36 (1) : 41-54.
134. **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 p.

S

Références bibliographiques

135. **Saini, S. S., J. K. Sharma, and M. S. Kwatra. (1994).** Prevalence and aetiology of subclinical mastitis among crossbreed cows and buffaloes in Punjab. *Indian J. Dairy Sci.*, 47:103–107.
136. **Schalm OW, Noorlander DO. (1957).** Experiments and observations leading to the development of the California Mastitis Test . *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 130 : 199.
137. **SCHMITT-VAN DE LEEMPUT E, GAUDOUT N, SAMSON O, LHUILLIER D, LHERMIE G. (2013).** Comparaison de deux méthodes d'identification bactérienne en clientèle. *Le Point Vétérinaire.*, 335, 58-61.
138. **Schneider E. ; Jasper D.E. et Eide R.N. (1966).** The relationship between bulk tank microscopic cell counts and the individual California Mastitis Test reactions. *Amer. J. Vet. Res.*, 27 : 1169 -1175.
139. **SCHUKKEN YH, BRONZO V, LOCATELLI C, POLLERA C, ROTA N, CASULA A. (2014).** Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 97, 5250-5264.
140. **Seegers H., Fourichon C. et Beaudeau F. (2003).** Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34:475-491p. <http://dx.doi.org/10.1051/vetres:2003027>.
141. **Seegers H, Beaudeau F, Fourichon C, Bareille N, Billon D. (1999).** Interprétation des données de santé de la mamelle en élevage bovin laitier : éléments de discussion. journées Nationales GTV- INRA, Nantes 26-27-28 mai : 4p.
142. **Seme K, Pitala W, Osseyi G. E. (2015).** Qualité Nutritionnelle Et Hygiénique De Laites Crus De Vaches Allaitantes Dans La Région Maritime Au Sud-Togo. *European Scientific Journal* edition vol.11, No.36 360-376 p.
143. **SERIEYS F, SEEGERS H. (2004).** L'intervention du vétérinaire face à un problème de mammmites : 2- Adapter les méthodes à l'évolution de l'épidémiologie. Journées Nationales des G.T.V., Tours. 26 au 28 mai 2004. 147-156.
144. **Serieys F. (1985).** Interprétation des concentrations cellulaires du lait individuel de la vache pour le diagnostic de l'état d'infection mammaire. *Ann. Rech. Vet.*, 16 : 263-269.
145. **SÉRIEYS F. (2011).** Suivi de l'utilisation en élevage d'un vaccin contre les mammmites (Starvac, Hippra). *Bulletin des GTV*, 59, 89-100.
146. **Seydi M. (2004).** Caractéristiques du lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA, 12p
147. **Sharma A, Singh R, Beigh SA and Bhardwaj RK. 2012.** Prevalence of subclinical mastitis in cross breed cattle from Jammu region. *Veterinary Practice*, 13 (2): 356-357.
148. **SUOJALA L, SIMOJOKI H, MUSTONEN K, KAARTINEN L, PYÖRÄLÄ S. (2010).** Efficacy of enrofloxacin in the treatment of naturally

Références bibliographiques

occurring acute clinical Escherichia coli mastitis. Journal of Dairy Science, 93, 1960-1969.

T

149. **Tamine, A.Y. (2009)**. Milk processing and quality management, Society of Dairy Technology (SDS) series. Wiley-Blackwell. pp .11-22.
150. **Tasci F. (2011)**. Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur. Journal of animal and Veterinary Advances, 10: 635-641 p.
151. **TEUTE (H.W.). (1961)**. Berl .und Munehl.tier drzi Wsehr .,74 -185.

U

152. **Ubifrance, (2014)**. Importante hausse des importations de lait durant les 4 premiers mois de 2014.
153. **Ullah S., Ahmad T., Bilal M.Q., Rahman Zia-ur, Muhammad G. and Rahman S.U. (2005)**. The effect of severity of mastitis on protein and fat contents of buffalo milk. *Pakistan Vet. J.* 25 (1): 1-5.

V

154. **VIERLING. E. (1998)**. Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion .Paris .278 P.

W

155. **Wendorff, W.L., Kraiser, R.M., Bradley, R.L. (1993)**. Freezing point impacts on quality premiums. *UW Dairy Alert*, 1: 1-8.

Y

156. **YESIL MI., GONCU S. (2020)**. Relationship between Some Traits Used As Mastitis Indicators in Holstein Cows' Milk. *Innovative Systems Design and Engineering*. Vol.11 (1) :19-27.

Z

157. **ZECCONI A. (2010)**. Présentation d'un programme de contrôle des mammites. *Le Point Vétérinaire*, 305, 67-71.

Annexe I : Quelques matériels et produits

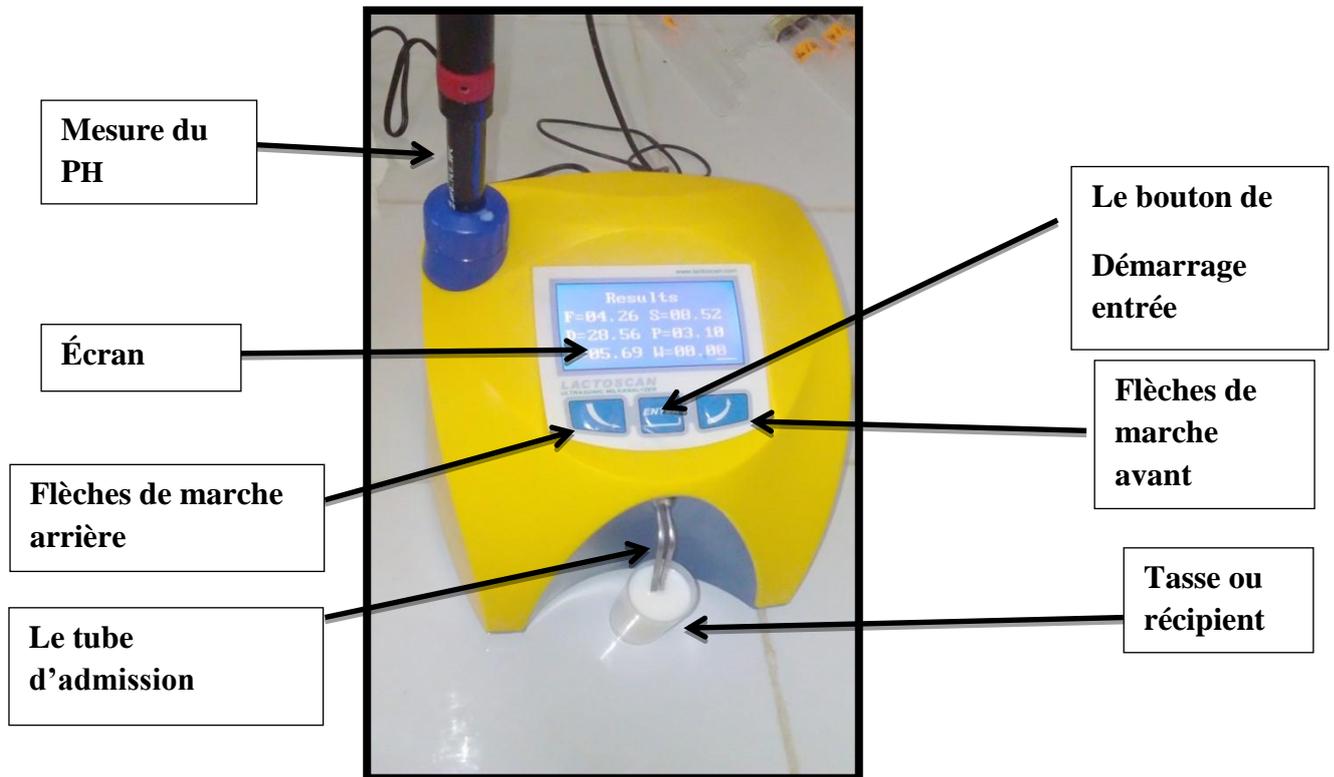


Figure N°01 : Le LactoscanSP (Laboratoire d'hygiène et pathologie des animaux. Institut des sciences vétérinaires, Tiaret).



Figure N°02 : Solutions de lavage de lactoscanSP.

Annexe I : Quelques matériels et produits

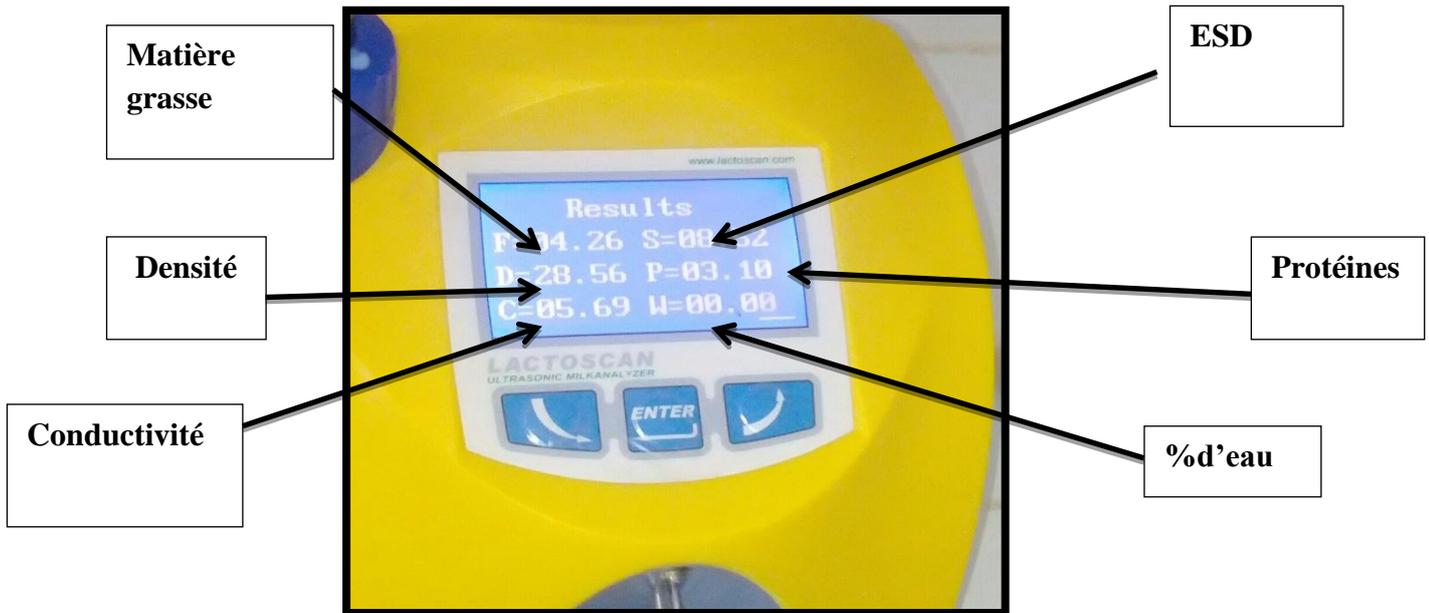


Figure N° 03: Résultats d'analyse de quelques paramètres physicochimique de lait par le LactoscanSP.



Figure N° 04: le réactif de bromocrésol (test de CMT) et l'aspect visqueux de lait (cas de mammite subclinique).

Annexe I : Quelques matériels et produits



Figure N° 05: Traite mécanique des vaches au niveau de la ferme Hider, Tiaret.



Figure N° 06: Testeur de Draminski.

Tableau N° 01 : Statistiques descriptives des analyses physicochimiques de lait cru de mélange.

	Moyenne	Ecart type	N
Fat	3.4580	0.52260	113
SNF	8.6318	0.37146	113
Density	1.0208140	0.09428778	113
proteine	3.1876	0.25212	113
lactose	4.7391	0.19187	113
water	11.8100	2.01611	113
FP	0.55035	0.024448	113
SALTS	0.7035	0.03122	113
PH	6.4594	0.16518	112
conductivity	5.5387	0.19923	113

Tableau N° 02 : comparaison de quelque paramètre physicochimique de lait par lactoscanSP et méthodes classiques.

	LactoScan		Conventional	
Fat	3.457965	0.5226	3.430973	0.392355
Density	1.020814	0.094288	1.029612	0.006132
pH	6.461593	0.166119	6.614159	0.173173
Conductivity	5.538673	0.199228	5.283363	0.40173

Annexe II : Tableaux statistique

Tableau N° 03 : Corrélation de Pearson entre les paramètres physicochimique de lait cru.

paramètres	Corrélation de Pearson	Sig. (bilatéral)
SNF	0,244**	0.00
DENSITY	0,173*	0.01
FAT	0.113	0.11
PROTIENE	0,160*	0.02
LACTOSE	0,223**	0.00
WATER	-0,235**	0.00
SALTS	0,285**	0.00
PH	-0.092	0.19
CONDUCTIV	-,578**	0.00
TOTAL SOLIDE	0,255**	0.00
FP	0,305**	0.00

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* . La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Annexe II : Tableaux statistique

Tableau N° 04 : comparaison entre les paramètres physicochimique de lait normal et de lait mammitieux.

		N	Moyenne	Ecart type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne		Minimum	Maximum
						Borne inférieure	Borne supérieure		
SNF	normal	147	9.3637	0.75875	0.06258	9.2401	9.4874	6.72	10.00
	mammitieux	56	8.5693	0.76436	0.10214	8.3646	8.7740	6.60	10.00
	Total	203	9.1446	0.83778	0.05880	9.0286	9.2605	6.60	10.00
DENSITY	normal	147	33.4640	4.12594	0.34030	32.7915	34.1366	19.54	39.00
	mammitieux	56	29.9143	4.28438	0.57252	28.7669	31.0616	17.29	36.00
	Total	203	32.4848	4.45326	0.31256	31.8685	33.1011	17.29	39.00
FAT	normal	147	2.1121	1.58718	0.13091	1.8534	2.3708	0.13	9.00
	mammitieux	57	2.3953	1.29828	0.17196	2.0508	2.7397	0.00	5.00
	Total	204	2.1912	1.51426	0.10602	1.9822	2.4003	0.00	9.00
PROTIENE	normal	147	3.4313	0.31341	0.02585	3.3802	3.4823	2.23	3.00
	mammitieux	56	3.1723	0.31748	0.04243	3.0873	3.2573	2.34	3.00
	Total	203	3.3598	0.33451	0.02348	3.3135	3.4061	2.23	3.00
LACTOSE	normal	147	5.1365	0.45407	0.03745	5.0624	5.2105	3.60	5.00
	mammitieux	56	4.7226	0.44272	0.05916	4.6040	4.8412	3.60	5.00
	Total	203	5.0223	0.48660	0.03415	4.9549	5.0896	3.60	5.00
WATER	normal	147	0.2733	1.80401	0.14879	-0.0207	0.5674	0.00	16.00
	mammitieux	56	0.5045	2.79859	0.37398	-0.2450	1.2539	0.00	20.00
	Total	203	0.3371	2.12025	0.14881	0.0437	0.6305	0.00	20.00
SALTS	normal	147	0.7637	0.06257	0.00516	0.7535	0.7739	0.55	0.00
	mammitieux	56	0.6984	0.06327	0.00845	0.6814	0.7153	0.54	0.00
	Total	203	0.7457	0.06910	0.00485	0.7361	0.7552	0.54	0.00
PH	normal	147	6.4941	0.61927	0.05108	6.3932	6.5951	1.01	7.00
	mammitieux	56	6.7377	0.42000	0.05613	6.6252	6.8502	6.00	8.00
	Total	203	6.5613	0.58062	0.04075	6.4810	6.6417	1.01	8.00
CONDUCTIV	normal	147	5.6323	0.47394	0.03909	5.5550	5.7095	4.72	7.00
	mammitieux	56	6.3295	0.80142	0.10709	6.1148	6.5441	5.19	9.00
	Total	203	5.8246	0.65940	0.04628	5.7333	5.9159	4.72	9.00
TOTAL SOLIDE	normal	146	11.5207	1.34693	0.11147	11.3004	11.7410	9.07	17.00
	mammitieux	56	11.3057	1.60230	0.21412	10.8766	11.7348	9.11	16.00
	Total	202	11.4611	1.42147	0.10001	11.2639	11.6583	9.07	17.00
FP	normal	147	0.59216	0.049478	0.004081	0.58409	0.60022	0.433	0.00
	mammitieux	56	0.54314	0.046089	0.006159	0.53080	0.55549	0.416	0.00
	Total	203	0.57864	0.053199	0.003734	0.57127	0.58600	0.416	0.00
resistance	normal	147	627.44	64.981	5.360	616.84	638.03	490	1000
	mammitieux	57	568.53	111.225	14.732	539.01	598.04	360	1000
	Total	204	610.98	84.568	5.921	599.30	622.65	360	1000

**Annexe III : Grille de lecture du test CMT (Notice
Leucocytest®)**

Grade	Signification	Description de la réaction	Interprétation (cellules/mL)
0	Négatif	Le mélange est liquide, homogène et fluide.	0 – 200 000
1	Traces	Le mélange devient légèrement visqueux. La viscosité est réversible et tend à disparaître.	200 000 – 400 000
2	Faiblement positif	Le mélange devient visqueux sans formation de gel au centre et la viscosité tend à persister	400 000 – 1 500 000
3	Clairement positif	Le mélange s'épaissit immédiatement avec la formation d'un gel au centre du godet lors des mouvements de rotation. Du liquide peut persister.	800 000 – 5 000 000
4	Fortement positif	Le mélange forme un gel au centre qui adhère au fond du godet. Il n'y a plus de liquide.	> 5 000 000

Annexe IV : Participations Scientifiques

- ❖ Séminaire national sur la valorisation des produits d'origine animal
ISTA, Université de Tlemcen 24-25mai2022.
- ❖ 2^{ème} séminaire national sur la filière production animal (2SNFPA).
20/06/2022 Université de Tissemsilt.

✚ MILK PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS: EFFICIENCY OF
LACTOSCAN.

**‘LUCRĂRIS ȘTIINȚFICE MEDICINĂ VETERINARĂ. VOL LII(3), 2021,
TIMIȘOARA’**

✚ RELATIONS BETWEEN ELECTRICAL CONDUCTIVITY, CALIFORNIA
MASTITIS TEST (CMT) AND SOME PHYSICOCHEMICAL QUALITY
PARAMETERS IN THE DIAGNOSIS OF SUBCLINICAL MASTITIS IN
DAIRY COWS IN TIARET REGION, WESTERN ALGERIA

**International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES) Vol. 12 (2):
499-506 (2022)**



RELATIONS BETWEEN ELECTRICAL CONDUCTIVITY, CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT) AND SOME PHYSICOCHEMICAL QUALITY PARAMETERS IN THE DIAGNOSIS OF SUBCLINICAL MASTITIS IN DAIRY COWS IN TIARET REGION, WESTERN ALGERIA

Houria Kasmi^{1*}, Nacéra Bouriah², Hebib Aggad³, Amina Belkhemmas^{4*}, Hamdi Bendif⁵

^{1*}University of Tiaret, Nature and life Sciences Faculty, Algeria;

²University of Tiaret, Veterinary Institute, Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Algeria ;

³University of Tiaret, Veterinary Institute, Farm Animal Reproduction Laboratory, Algeria ;

⁴University of Tiaret, Faculty of Nature and Life Sciences, Laboratory of Agrobiotechnology and Nutrition in Arid and Semiarid Area, Algeria;

⁵University of Msila, Faculty of Sciences, Natural and Life Sciences Department, BP 166 Msila, Msila, Algeria;

*Corresponding Author Amina Belkhemmas, e-mail: amina.belkhemmas@univ-tiaret.dz;

Received January 2022; Accepted February 2022; Published March 2022;

DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.222>

ABSTRACT

The use of efficient methods for the early diagnosis of subclinical mastitis is of great importance in the process of safe milk production. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of indirect mastitis tests for diagnosis of the subclinical mastitis in dairy cows in Tiaret Region (western Algeria). California Mastitis Test (CMT) and Electrical conductivity method was determined by comparing the results with Ultrasonic milk Analyser (lactoscanSP) instrument to detect the subclinical mastitis and to improve milk quality. A total of 203 quarter milk samples collected from 52 apparently healthy lactating cows at different dairy cattle farms were examined and overall prevalence of 48.07 % and 27.58% was observed for subclinical mastitis in cow and quarter level, respectively. Results showed that the physicochemical components of milk samples such as Solid Not Fat (8.57 ± 0.10), Total solids (11.31 ± 0.21), Protein ($3.17 \pm 0.04\%$), salts (0.70 ± 0.01), density (1.0299 ± 0.57), freezing point (0.54 ± 0.01), PH (6.74 ± 0.06) and Lactose (4.72 ± 0.06) contents of the subclinical mastitis milk was less than the normal milk. Electrical conductivity (6.33 ± 0.11 mS/cm) of affected milk was significantly higher than normal milk. However, measuring resistance using Draminski mastitis detector was not effective in our study. Further, it was observed that all breeds are susceptible to mastitis and the incidence of subclinical mastitis increased with age and lactation number of the animal. Our results indicate that early cow subclinical mastitis detection may improve treatment strategies and milk production.

Key words: Algeria, lactoscanSP, California mastitis test, electrical conductivity, subclinical mastitis.

INTRODUCTION

Bovine mastitis is an inflammation of one or more quarters of the cow's udder. It is usually septic and most often caused by a bacterial infection. Aseptic mastitis does exist, but they are rare and caused by local trauma, toxins or physiological disorders (Rémy, 2010). Mastitis has been recognized as a major disease affecting the dairy industry, especially in its subclinical form, which causes economic losses by decreasing milk production and costs of therapy (Atasever and Erdem, 2009). Mastitis is also among the pathologies dominant in dairy farming in countries from North Africa (M'sadak et al, 2014; Saidi et al, 2016). In Algeria, as in most countries, bovine mastitis is a dominant pathology in dairy cattle farms. However, despite the frequency of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle farms in Algerian farms, it should be noted the existence of the prevalence of 25% of subclinical mastitis which has been reported on farms in Central Algeria. This rate is an indicator of a high and harmful impact of subclinical mastitis on the quantitative and qualitative production of locally produced milk (Niar et al, 2000; Saidi et al, 2016). The control of breast infections plays an essential role in controlling the health quality of milk and dairy products, and represents a major challenge for the beef industry. The implementation of control measures is based on prior knowledge of the infectious status of animals. The reference method remains the bacteriological analysis of milk. However, the difficulty of taking samples (need for asepsis) in large numbers, the delays in obtaining results, the risk of false negatives and the associated costs explain the interest in the development of automated alternative techniques. The mammary infection diagnosis consists of underlining the germ responsible for the infection. These methods are very sensitive but often expensive and not realizable in field. Other techniques cheap and easy to implement include the subclinical mastitis detection by CMT and electronic detector device. Today, the main validated indirect analyses to estimate breast infection status are the CMT; the electrical conductivity of milk and the evaluation of physicochemical parameters by lactoscanSP instrument (Niar et al. 2000; Heleili, 2002; Benmounah, 2012). Our study proposes to make the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cattle breeding in Tiaret Region (western Algeria). The aim of this research was to evaluate the effectiveness of indirect mastitis tests for diagnosis of the subclinical mastitis in dairy cows, CMT and Electrical conductivity method was determined by comparing the results with Ultrasonic milk Analyzer (lactoscanSP) instrument to detect the subclinical mastitis and to improve milk quality.

MATERIEL AND METHODS

Milk samples collection:

The study was carried out on different farms located in the region of Tiaret, situated in the high plateaus of Algeria (35°15' NR, 10°26' E, altitude of 1086 m) between February and April 2021. The experiment was conducted on different dairy cows farms (mechanical and manual milking system). Udders were examined visually and by palpating for the presence of any udder changes (redness, swelling, pain, heat); animals with visible signs of mastitis were not included in the study. Milk samples were taken from 52 cows apparently healthy lactating cows at different dairy cattle farms. After cleaning each teat and expelling the first jet. The catches were made into sterile bottles. Each individual sample was identified (farm name, cow number, breed and age and quarter sampled). The samples were transported immediately in thermos-cool boxes at 4°C to the Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Institute of Veterinary Sciences, University of Tiaret (Algeria), to perform the different physicochemical analyses using Ultrasonic milk Analyser (lactoscanSP) instrument. Immediately after clinical examination and before milk sampling for physicochemical analysis, milk testing from each udder quarter was performed using CMT and Draminski mastitis test for the detection of subclinical mastitis.

Electrical resistance measurement:

Measurement of electro conductivity of milk was done by using EC count-meter Mastitis detector "DRAMINSKI ELECTORNICS IN AGRICULTURE". This device does not directly measure the conductivity of milk, but its resistivity, which is the inverse of conductivity. The measurements are taken on each of the districts; the numerical values are readable on the screen and are stored in memory. They were carried out in the morning milking to detect subclinical mastitis from the four quarters of the cattle. This was carried out, according to the method described by Siddiquee et al. (2013). The results of the Draminski mastitis test were interpreted according to the manufacturer's instructions shown in Table 1 (www.draminski.fr).

Table 1. Interpretation of results obtained with Draminski Mastitis Detector. (www.draminski.fr)

Reading	Interpretation of results
Above 300 units	The milk sample is of high quality and is healthy. The incidence of subclinical mastitis is very low
250 and 300 units	A progressively increasing incidence of subclinical infection as readings decrease
Below 250 units	This is an indication of a rapid increase in the severity of infection as subclinical mastitis progresses to clinical states. This is typified by somatic cells present rising from less than 1 million up to many millions

Californian Mastitis Test (CMT):

California mastitis test was carried out according to the method described by Schalm and Noorlander (1957); it is a screening test for subclinical mastitis that gives an indirect estimate of somatic cell counts (SCC) because it based upon a gelling reaction between the nucleic acid of the cells and a detergent reagent.

Physicochemical analysis:

The amount of electrical conductivity (EC), pH, fat, solids non-fat (SNF), density, proteins, lactose, salts, freezing point and total solids (TS) were determined using a LactoscanSP.

Statistical Analysis:

The data were analyzed using SPSS Program v.24.0. using ANOVA Test, a student 'T' test was used to test the significance between normal milk and subclinical mastitis milk of cow. Data are displayed in the tables as the mean ± SE (standard error). Significance of differences was defined as P < 0.05.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 52 cows and 203 quarters (some cows have just 03 quarters) were examined for prevalence study by CMT California mastitis test. 25 (48.07%) cows were found to be positive for subclinical mastitis and 56(27.58%) quarter-wise prevalence was recorded for subclinical mastitis. Older age cows (6 -10 years) and in middle lactation (4-6) were mostly affected by the subclinical mastitis. The study of the breed factor revealed that all breed of cows were affected by this pathology (Table 2).

Table 2. Prevalence of subclinical mastitis cows.

Age (year)	Total of cows	Positive	Prevalence
1-5	46	22	47%
6-10	06	05	83%
Lactation Number	Total of cows	Positive	Prevalence
1-3	45	20	44%
4-6	02	02	100%
7-10	05	03	60%
Breed	Total of cows	Positive	Prevalence
Local cow	14	09	64%
Crossbred cows	03	02	66%
Holstien	30	09	30%
Montbliard	05	03	60%

The chemical composition of milk showed different degrees of alteration in mastitic milk and normal milk in the study area (Table 3). The calculated means of milk samples was analysed, and statistically significant difference was

observed in density, protein, lactose, salt, pH, freezing point (FP) and conductivity. The mean of the fat and solid not fat (SNF) showed non-significant difference between normal (non-mastitic) and subclinical mastitis.

Table 3. Effect of subclinical mastitis in milk composition and electrical conductivity of milk.

Parameters	No. of simples N (147) (Mean ± SE) CMT-			No. of simples S (56) (Mean ± SE) CMT+			p-Value
SNF (g/l)*	9.36	±	0.06	8.57	±	0.10	0.000
Density (kg/l)*	1.0334	±	0.34	1.0299	±	0.57	0.000
Fat (g/kg)	2.11	±	0.13	2.40	±	0.17	0.232
Protein (g/ kg)*	3.43	±	0.03	3.17	±	0.04	0.000
Lactose (g/ kg)*	5.14	±	0.04	4.72	±	0.06	0.000
Salt (g/ kg)*	0.76	±	0.01	0.70	±	0.01	0.000
pH*	6.49	±	0.05	6.74	±	0.06	0.007
Conductivity (mS/cm)*	5.63	±	0.04	6.33	±	0.11	0.000
Total solid (g/l)	11.52	±	0.11	11.31	±	0.21	0.337
FP (°C)*	0.59	±	0.00	0.54	±	0.01	0.000
Resistance*	627.44	±	5.36	568.53	±	14.73	0.000

N = non-mastitis *S* = subclinical *SE* = standard erreur * (*P* < 0.05)

The present study showed a significant increase in pH of subclinical mastitis affected milk samples (average value 6.74 with a range of 6.00 to 8.74) which were 6.49 in healthy quarters (1.01 to 7.66). Where by the pH of quarter milk samples was positively associated with the CMT reaction.

Normal milk samples showed average solid not fat percentages of 9.36 (ranged between 6.72 to 10.67), it was 8.57 (6.60 to 10.07) in subclinical mastitic milk. On an average solid not fat percent decreased significantly in subclinical mastitis milk samples. However, Average fat in normal quarter milk and subclinical mastitis milk was observed 2.11 and 2.40, respectively. The fat of normal milk was ranged between 0.13 to 9.69 and in subclinical mastitis milk it ranged between 0.00 to 5.36.

The value of lactose was statistically different in milk from the udder with subclinical mastitis (4.72) compared with normal milk (5.14). The average of freezing point was 0.54 (ranged between 0.416 to 0.643) which was significantly different with normal milk (0.59). The mean density value of mastitic milk were 1.029±0.57 and the total solids content of milk was found to be non-significant (*P*>0.5).

Our study also showed a significant decrease in protein content of subclinical mastitis affected milk samples (average value 3.08 with a range of 2.34 to 3.70) which was 3.38 in healthy quarters (2.23 to 3.94). The average amount of mineral substances was (0.70) in mastitic milk it ranged between (0.54 to 0.82), this value was statistically different in normal milk with 0.76 (ranged between 0.55 to 0.86).

The mean of electrical conductivity was found to be significantly higher in subclinical mastitic quarters (6.33mS/cm) than normal quarters (5.63mS/cm). Regarding the milk resistance, there was a significant difference between sick and healthy milk, but in the present study using Draminski is not effective in detecting subclinical mastitis.

The results of this study indicate that older age cows in middle lactation were mostly affected by the subclinical mastitis. This could be due to the increase of milk production, nutritional stress and less immunity of older aged cows (Pardeep et al. 2020). This finding is in good agreement with those reported in Sharma et al. (2012). The result of prevalence for parity-wise differs from that of Pardeep et al. (2020) who finds a late lactation in crossbred cows. However, our findings are in accordance with Saini et al. (1994) who reported that the incidence of subclinical mastitis was the lowest during the first parity.

In the present investigation, the study of the breed factor revealed that all breed of cows were affected by this pathology. However, in Tiaret region (Algeria), Ghazi and Niar (2006) found that local breeds more resistant compared to the imported ones. According to Payne and Wilson (1999), this is primarily due to the genetic resistance and to the bad adaptation of these cows to local environment and climate.

Results showed that the physicochemical components of milk samples was less than the normal milk:

The average solid not fat percent decreased significantly in subclinical mastitis milk samples, which are in accordance with Rajiv et al. (1998) and Pardeep et al. (2020). This decrease in solid not fat was mainly due to reduced lactose and protein contents in mastitic milk, which are the main constituents of solid not fat.

The mean density value of mastitic milk were similarly with that of Yesil and Goncu (2020). Kaşıkçı et al. (2012), reported that the density values of subclinical mastitis suspected milk, were 1.031 (CMT +), 1.0297 (CMT++) and 1.029 (CMT+++), depending on CMT levels. Milk density values differ between healthy and mastitic groups due to the deterioration of physical structure of milk. In addition, changes in milk fat and protein content in mastitic milk have an effect on this situation.

In this study, decrease in fat percentage was observed in normal milk samples. However, Rajiv et al. (1998) and Pardeep et al. (2020) observed the decrease in the mastitic milk. This might be due to impaired synthesis and secretory activity of the udder epithelial cell.

Our study also showed a significant decrease in protein content of subclinical mastitis affected milk samples. Similarly, Ullah et al. (2005) and Pardeep et al. (2020), reported significant decrease in buffalo milk protein content in crossbred cows. Jones (2009) reported that milk from cows with mastitis has a reduced level of casein, but lactalbumin and lactoglobulin levels increase. This decrease in protein contents in subclinical mastitic milk may be attributed to breakdown of milk protein as mastitic animals had remarkably high increase in the activity of a proteolytic enzyme, which can cause extensive damage to the milk casein in the udder prior to milk collection from the animal.

The value of lactose was statistically different in milk from the udder with subclinical mastitis compared with normal milk. These results were similar to Pardeep et al. (2020) who found 4.67 in subclinical mastitis milk. Harmon (1994) established that the mastitis reduces lactose concentration between 5 and 20%. Sharif and Muhammad (2008) explained that as increases the severity of mastitis and somatic cells in buffalo milk, the lactose content decreased significantly.

Several studies have shown that lactose could be a potential health indicator in cows (Haile-mariam and Pryce, 2017). Costa et al. (2019) found that cows with a milk lactose content of $\leq 4.553\%$ had a higher rate of health impairment compared with cows with a milk lactose content of $\geq 5.045\%$. Thus, any unexpected change in lactose content could be associated with a negative energy balance or other conditions of poor health. Changes in lactose percentage can occur due to damage in secretory cells caused by inflammation and infection and the use of milk as a substrate for growing subclinical mastitis pathogens. It is well accepted that mastitis causes a decrease of the concentration of milk lactose because of the reduced synthesis capacity of damaged tissue.

Regarding mineral substances, Bruckmaier et al. (2004) stated that the concentrations of Na and Cl were higher in infected quarters, while K was lower, which resulted in high electrical conductivity in infected quarters. El zubeir et al. (2005), indicated that the levels of minerals (Ca, Na, K, Mg, P, Fe, Zn, and Cu) for the subclinical mastitic milk samples revealed a positive correlation between iron, calcium, and magnesium, while significant a negative correlation was found between sodium and potassium, it could be concluded that, the minerals from the milk of cows can be used as indicators of mastitis infection.

The present study showed a significant increase in pH of subclinical mastitis affected milk samples. Where by the pH of quarter milk samples was positively associated with the CMT reaction. Extrapolation of physicochemical models developed for plasma (Constable, 1997) and urine (Constable et al. 2009) suggested that an increase in milk pH in quarters with subclinical mastitis is primarily due to an increase in the difference between the concentration of the main strong cation in milk (sodium) and the concentration of the main strong anions in milk (chloride and casein), thereby increasing the strong ion difference. While, Kandeel et al. (2019) reported that pH did not provide sufficient test to identify quarters with subclinical mastitis. However, more studies are needed to shed more light on this differential PH in healthy and mastitis udders.

The mean of electrical conductivity was found to be significantly higher in subclinical mastitic quarters than normal quarters. These results are in agreement with other studies, Norberg et al. (2004) explained that the mean EC of healthy cows was 4.87 mS/cm, while the mean conductivity of subclinical and clinical mastitic cows was 5.37 and 6.44 mS/cm, respectively. Bruckmaier et al. (2004) determined that electrical conductivity was higher in infected quarters and added that the mean EC of log SCC/mL >6.0 milk was 6.06 mS/cm. Janzekovic et al. (2009) indicated that the conductivity in individual quarters of 102 lactating cows was <5.5 mS/cm for healthy udders and >6.5 mS/cm for subclinical udders. Ilie et al. (2010) stated that 50 dairy cows were classified as healthy/clinically infected or subclinically infected, and EC was measured repeatedly from samples collected at milking. For the subclinically infected quarters (n = 115), the mean EC was 5.42 mS/cm, while it was 4.53 mS/cm for the healthy (n = 21) and 6.31 mS/cm for clinically infected cows (n = 52).

Regarding the milk resistance, there was a significant difference between sick and healthy milk, but in the present study using Draminski is not effective in detecting subclinical mastitis. Many authors mentioned that the California mastitis test is the most sensitive and specific indirect test for detection subclinical mastitis in dairy cows (Iqbal et al. 2004; Joshi and Gokhale, 2006). Galfi et al. (2017) reported that the California mastitis test has higher sensitivity and specificity than Draminski mastitis test and it is better method in detection of subclinical mastitis. The current study revealed that electrical conductivity is an indicator of subclinical mastitis when it is above >5.5 mS/cm. This increase in EC value results from the alteration of the concentration of mineral substances because of deterioration in udder health.

Total solids content of milk was found to be non-significant. However, Rajiv et al. (1998) and Pardeep et al. (2020) reported significant decrease in total solid contents of mastitic cow milk samples, which could be due to a decrease in fat, and solid not fat contents of affected milk.

In our study, the average of freezing point was significantly different with normal milk. However, Wendorff et al. (1993) emphasised that milk has a fairly constant freezing point, which is affected by the solutes in its solvent. Mitchell (1989) determined that lactose, chloride, citrate, and lactic acid accounted for 79% to 86% of the total freezing-point depression, and added that subclinical mastitis showed a significant increase in chloride with no significant effect on the freezing point.

CONCLUSION

The present study was designed to investigate subclinical mastitis in Algerian dairy cows in Tiaret region with special emphasis to find a practical marker for its early diagnosis and prevention. Results showed that the alterations in composition of milk depend on the severity of mammary infection and the chemical components of raw milk decreased significantly compared with no subclinical mastitis milk. CMT, EC and lactoscan milk analyser represent valuable diagnostic methods in detection of cows whose show no clinical signs of disease. However, Draminski mastitis detector could not be a potential method for the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. It can be noted, that regular screening test should be adapted for early detection of subclinical mastitis in order to have a proper correlation between them. More than one test should be recommended and planned around the routine examination of all lactating cows, and consequently early treatment can be applied towards positive cases rapidly in order to prevent their conversion towards clinical form among dairy cows and to preserve a good milk quality consequently the consumer health and as well as to avoid economic losses.

REFERENCES

1. Atasever S, and Erdem H, (2009). Association between subclinical mastitis markers and body condition scores of Holstein cows in the Black Sea region, Turkey. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8: 476-480 ;
2. Benmounah B, (2012). Prévalence étiologique des mammites subcliniques dans la wilaya de Constantine. Thèse de Magister, Université Mentouri Constantine, Algérie ;
3. Bruckmaier RM, Ontsouka CE and Blum JW, (2004). Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. *Vet. Med. – Czech*, 49: 283-290;
4. Constable PD, (1997). A simplified strong ion model for acid-base equilibria: Application to horse plasma. *J. Appl. Physiol.*, 83: 297–311;
5. Constable PD, Gelfert CC, Fürll M, Staufenbiel R and Staempfli HR, (2009); Application of strong ion difference theory to urine and the relationship between urine pH and net acid excretion in cattle. *Am. J. Vet. Res.*, 70:915–925;
6. Costa A, Lopez-villalobos N, Sneddon NW, Shalloo L, Franzoi M, De marchi M and Penasa M, (2019). Invited review: Milk Lactose-Current status and future challenges in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 102:5883–5898;
7. Draminski website URL address:
<https://www.draminski.fr/agri/wykrywacze-mastitis/draminski-detecteur-de-mammite-1q/>;
8. El zubeir EMI, El owni, OAO and Mohamed GE, (2005). Correlation of minerals and enzymes in blood serum and milk of healthy and mastitic cows. *Res. J. Agri. Bio. Sci.*, 1: 45-49;

9. Galfi AL, Radinović MŽ, Davidov IN, Erdeljan MM, and Kovačević ZR, (2017). Detection of Subclinical Mastitis in Dairy Cows Using California and Draminski Mastitis Test. *Biotechnology in Animal Husbandry.*, 33: 465- 473;
10. Ghazi K, and Niar A, (2006). Incidence of mastitis in various bovine breedings in Tiaret area (Algeria). *Assiut Vet. Med. J.*, 52: 198-206;
11. Haile-mariam M and Pryce JE, (2017). Genetic parameters for lactose and its correlation with other milk production traits and fitness traits in pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.*, 100: 3754–3766;
12. Harmon RJ, (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 77 : 2103-2112 ;
13. Heleili N, (2002). Étude de la mammite subclinique et la sensibilité in vitro des germes isolés aux antibiotiques. Thèse de Magister, Université de Batna, Algérie ;
14. Ilie LI, Tudor L and Galis AM, (2010). The electrical conductivity of cattle milk and the possibility of mastitis diagnosis in Romania. *Vet. Med. Sci. Works.*, 43: 220-227;
15. Iqbal M, Ali khan M, Daraz B, and Siddique U, (2004). Bacteriology of mastitic milk and in vitro antibiogram of the isolates. *Pakistan Veterinary Journal*, 24:161- 164;
16. Janzekovic M, Brus M, Mursec B, Vinis P, Stajanko D, and Cus F, (2009). Mastitis detection based on electric conductivity of milk. *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering*, 34: 39-46;
17. Jones GM, (2009). Understanding the basics of mastitis. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. USA. Publication No. 404-233, 1-5;
18. Joshi S and Gokhale S, (2006). Status of mastitis as an emerging disease in improved and periurban dairy farms in India. *Annals of the New York Academy of Science*, 1081: 74-83;
19. Kandeel SA, Megahed AA, Ebeid MH, and Constable PD, (2019). Ability of milk pH to predict subclinical mastitis and intramammary infection in quarters from lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 102: 1417–1427;
20. Kaşıkçı G, Çetin Ö, Bingöl EB and Gündüz MC, (2012). Relations between Electrical Conductivity, Somatic Cell Count, California Mastitis Test and Some Quality Parameters in The Diagnosis of Subclinical Mastitis in Dairy Cows. *Turk. J. Vet. Anim.Sci*, 36: 49-55;
21. M'sadak Y, Makhlouf M and Benomrane H, (2014). Étude sanitaire mammaire et pertes laitières conséquentes en élevage bovin hors sol dans la région de Monastir (Sahel Tunisien). *Rev. Mar. Sci. Agro. Vet.*, 2 : 37-43;
22. Mitchell GE, (1989). The contribution of lactose, chloride, citrate and lactic acid to the freezing point of milk. *Aust. J. Dairy Technol.*, 44 : 61-64;
23. Niar A, Ghazy K and Dahache SY, (2000). Incidence des mammites sur les différents élevages bovins de la wilaya de Tiaret. 4ème Séminaire International de Médecine vétérinaire, 21-22 novembre, Institut National Vétérinaire Constantine, Algérie ;
24. Nielen M, Schukken YH, Van de broek J Brand A, Deluyker HA, and Maatje K, (1993). Relations Between On-Line Electrical Conductivity and Daily Milk Production on a Low Somatic Cell Count Farm. *J. Dairy Sci.*, 76: 2589-2596;
25. Norberg E, Hogeveen H, Korsgaard IRC, Friggens N, SLOTH KH and LØVENDAHL P, (2004). Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. *J. Dairy Sci.*, 87: 1099-1107;
26. Pardeep S, Bhardwaj K, Wadhwa DR and Shivani K, (2020). Subclinical mastitis and its effect on milk components in crossbred cows. *Himachal Journal of Agricultural Research*, 46: 95-99;
27. Payne WJA and Wilson RT, (1999). An introduction to Animal Husbandry in the Tropics. 5th Ed. Blackwell Publishing Ltd, Iowa State University Press USA, 826p;
28. Rajiv S, Singh KB, Khera SS and Sudhan NA, (1998). Effect of subclinical and clinical mastitis on the milk compositions in crossbred dairy cows. *Indian Vet. J.*, 75: 462-465 ;
29. Rémy D, (2010). Les mammites. France Agricole Éditions, Paris, France, 262 p ;
30. Saidi R, Khelef D and Kaidi R, (2016). Mammites subcliniques dans les troupeaux bovins laitiers de la région centre de l'Algérie : incidence et étiologie. *Renc. Rech. Ruminants*. 23, p. 369;
31. Saini SS, Sharma JK, and Kwatra MS, (1994). Prevalence and aetiology of subclinical mastitis among crossbreed cows and buffaloes in Punjab. *Indian J. Dairy Sci.*, 47: 103–106;
32. Schalm WL, and Noorlander, DO, (1957). Experiments and observations leading to development of the California mastitis test. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 130: 199-204;

33. Sharif A, and Muhammad G, (2008). Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: A review. *Pakistan Vet. J.*, 28: 194-200;
34. Sharma A, Singh R, Beigh SA and Bhardwaj RK, (2012). Prevalence of subclinical mastitis in cross breed cattle from Jammu region. *Veterinary Practitioner*, 13: 356-357;
35. Siddiquee NU, Tripura TK, Taohidul Islam MT, Bhuiyan MSA, Anisur Rahmananda, AKM and Bhuiyan, A K F H, (2013). Prevalence of SubClinical Mastitis in High Yielding Crossbred Cows Using Draminski Mastitis detector. *Bangl. J. Vet. Med.*, 11: 37-41;
36. Ullah S, Ahmad T, Bilal MQ, RAHMAN ZIA-UR, MUHAMMAD G and RAHMAN SU, (2005). The effect of severity of mastitis on protein and fat contents of buffalo milk. *Pakistan Vet. J.*, 25:1-5;
37. Wendorff WL, Kraiser RM and Bradley RL, (1993). Freezing point impacts on quality premiums. *UW Dairy Alert*, 1: 1-8;
38. Yesil MI and Goncu S, (2020). Relationship between Some Traits Used As Mastitis Indicators in Holstein Cows' Milk. *Innovative Systems Design and Engineering*, 11: 19-27;

MILK PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS: EFFICIENCY OF LACTOSCAN

KASMI H.^{1,2}, BOURIAH N.¹, ABDDALLI M.², ACEM K.¹, AGGAD H.²,
OUELD AMER I.¹

¹ University Ibn Khaldoun of Tiaret, Algeria, Faculty of Natural and Life Sciences

²Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Institute of Veterinary Sciences,
E-mail: h_aggad@yahoo.com

Summary

This research was conducted to study the physicochemical parameters of samples of raw bovine milk by conventional methods and using of lactoscanSP. A total of 113 samples of raw milk were collected from the dairy between from April to November 2020. Results showed a variation in pH, density, lactose, protein, fat, solid not fat (SNF) but generally comparable to the national and international requirements standard. However, there is a significant difference between parameters obtained by lactoscan and that of classical methods (PH, Fat, Density and Conductivity) $p < 0.0001$).

Key words: raw Milk, LactoscanSP, quality, physicochemical parameters

Algeria is a largest consumer of milk in the Maghreb, with an average consumption need of 3.8 billion liters per year. However, the level of milk collection remains low; nearly 25% of national production, estimated at 2.5 billion liters per year for a herd of approximately one million dairy cows (21).

Attention is paid in particular to raw milk, being an unprocessed product, not undergoing any treatment and therefore retains all its natural properties. Faced with consumer who demand which is increasingly asking for innovative and good quality products. Indeed, the difficulty lies in this last concept which remains very subjective and has different definitions at each level of the sector. The manufacturer demands a raw material with a high processing yield, while the consumer wants a product without pathogenic risk and with satisfactory organoleptic qualities (33).

The physicochemical and bacteriological quality of the milk remains irregular because of several factors, such as the feeding of the cattle, the lack of hygiene, the breed, and the season which constitute preponderant factors of the poor quality of milk (23). However, the production of cow's milk often comes up against the problem of quality management which penalizes both producers and processors. Hygiene conditions at farm level, the interruption of the cold chain along the production circuit until the milk arrives at the dairy, include so many sources of contamination to be controlled in order to preserve hygienic quality milk (12).

Some methods used to determine milk physicochemical quality as the determination of fat, protein, lactose, minerals, etc. have been improved. Automatic devices, including the LactoscanSP allowing several parameters in record time are largely used.

In this sense, we are interested in pH, Fat, conductivity, and density which can be important indicators. The principle of this study consists to evaluating the physicochemical quality of raw cow's milk by conventional methods vs use of lactoscanSP (Ultrasonic Milkanalyser) in the city of Tiaret (western Algeria).

Materials and methods

The region of Tiaret is located in the high plateau of Algeria, at an altitude of 1086 m (350°15' NR, 10°26' E); a semi-arid area characterized by cold and humid winter and hot and dry summer. The work was conducted in a state dairy and Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Institute of Veterinary Sciences, University of Tiaret, Algeria.

A total of 113 samples of raw milk were collected from the dairy between from April to November 2020.

Cow's milk arrives at the factory in bulk in insulated tank trucks. Upon receipt, milk temperature was measured immediately using a thermometer; if temperature is high, the milk was rejected. Thereafter, rapid tests were performed: acidity, density, fat, antibiotic test, temperature, and conductivity. Depending on the result, all considered milk may be refused.

1- Physicochemical analysis

1. pH measurement: pH was measured using a pH-meter (HANA instrument) (22).
2. Acidity: was evaluated by titration with 1/9N NaOH in the presence of phenolphthalein, acidity of milk was expressed in degrees Dornic (°D) (2).
3. Density: Milk density was determined with a lactodensimeter (Funk Gerber). It is reduced to 20°C by the following formula: corrected density = read density + 0.2.
4. Electrical conductivity was measured using a conductivity meter (HI 5222, Hanna Instruments), after each measure, the probe was washed with distilled water and cleaned.
5. Fat: determined by acid-butyrometric method of Gerber (3) that consists in attack of milk with sulfuric acid and separation by centrifugation in presence of isoamyl alcohol of the released fat (4).
6. Antibiotic test: was carried out using Betastar® combo, a rapid (5 minute) lateral flow assay for the visual detection of beta-lactam and tetracycline antibiotic residues in raw milk (26).

Then, Lactoscan SP (Milcotronic, Bulgaria) was used to compare some milk parameters as shown in Table 1.

The averages of measurements (pH, density, conductivity, and fat) were compared by means of unequal variance Welch test (32) at confidence interval 95%.

Table 1

Lactoscan Measuring range

Physicochemical parameters	Measuring range (manufacturer)
pH	0 à 14
Density	1015 à 1040 kg/m ³
Conductivity	3 à 14 mS/cm
Fat	0.01 à 25%
Solid no fat	3 à 15 %
Protein	2 % à 7 %
Lactose	0.01% à 6 %
Water content	0 % à 70 %
Freezing point	-0.4° C à 0.7°C
Salts	0.4% à 1.5%

Results and discussions

Physicochemical comparative parameters

The results of physicochemical parameters analysis are shown in Table 2.

Table 2

Physicochemical qualities

Parameters	Max	Min	Mean	SD	Standards	Satisfactory samples (%)
pH ¹	6.87	6.3	6.45*	0.16	6.6-6.8 (24)	46
pH ²	6.98	6.2	6.61*	0.17		71
Density (kg/l) ¹	1.032	1.023	1.020	0.093	1.030-1.032 (24)	89
Density ³	1.029	1.027	1.029	0.006		30
Freezing point (°C)	-0.48	- 0.606	- 0.550	0.024	≤-0.520 (31)	82.3
Conductivity (mS/cm) ¹	5.86	4.85	5.53*	0.19	4-5.5 (24)	68
Conductivity ⁴	6	4.4	5.28*	0.39		84
Fat (g/kg) ¹	49.8	22.5	34.57	0.52	34-45 (36)	71
Fat ⁵	41	23	34.30	0.39		66
Protein (g/kg) ¹	51.8	27.2	31.87	0.25	≥29 (36)	99
Lactose (g/ kg) ¹	51.9	42.8	47.39	0.19	40–50 (36)	100
Solid no fat (g/l) ¹	94.3	75.1	86.31	0.36	≥85 (36)	70

1: By Lactoscan; 2: By pHmeter; 3: By Lactodensimeter; 4: By Conductimeter; 5: By Gerber

*: significant difference between lines

1- Average pH is estimated at 6.45 and 6.61 with Lactoscan and Ph meter respectively, with no significant difference, in accordance with (6.55) reported by Bousbia et al. (10). However, between 46 % and 71 % samples was moderately acid depending on test (Lactoscan and pH meter respectively).

This value is lower than several values reported in different regions in Algeria: 6.62 (1), 6.54 Benlahcen et al. (9), 6.64 Hamiroune et al. (17), and 6.68 (25). Another study in Tunisia reported a lower value of 6.26 (34).

2- The acidity was acceptable (17.98°D), in accordance with results reported by Aggad et al. (5) in the same region. Acidity can be an indicator of milk quality at the time of delivery because allows to appreciate the amount of acid produced by bacteria or possible fraud (18).

pH and acidity depend on the content of casein, mineral salts and ions, hygienic conditions during the deals with the total microbial flora and its metabolic activity and milk handling (28).

The acidity can be natural due to the stage of lactation, the casein content, mineral salts, and ion content, or it may be due to hygienic conditions during the milking, the total microbial flora and its metabolic activity (29).

3- The density (1.02) calculated by Lactoscan is lower to several values reported in Algeria varying from 1.028 to 1.036: 1.036 (9); 1.029 (27) but also in other countries: Tunisia 1.028 (34); Turkey 1.027 (37); Togo 1.036 (35) and Senegal 1.029 (18). However, when calculated by Lactodensimeter (1.029), it tends to be close to these results.

The density is directly related to dry matter, fat, temperature, and diet of the animal (28).

4- Average milk conductivity was 5.53 mS/cm higher than that reported by Bousbia et al. (10) (4.49) but in accordance with standard 4 to 5.5 (at 25°C) (24).

In our study, 13% of cows are infected with subclinical mastitis and twenty percent of them have a risk of developing the disease. The conductivity can be used to detect subclinical mastitis (30).

Hamann and Zecconi (16) reported milk conductivity varies considerably between breeds, individuals of the same breed, depending on diet, lactation stage, milk temperature, material content fat, interval length between two milkings and herd.

5- Fat content ranged from 22.5 to 49.8 g/kg with an average of 34.57 ± 0.52 . Results are in range of value reported in Algeria: 26.67 (9), 37.20 (10), Hamiroune et al. (17) in 2014 36.6, 33.3 (28). Algerian norms are 34 g/l while the AFNOR norms are situated between 34 to 36 g/l. Our results are higher than those reported in other countries: Morocco 31.5 (22) and Tunisia 32.5 (34); Togo 31.6 (35) but lower than in Senegal 44.97 (18).

Fats value varies with breed, milking rank, season, and nutritional supply (9, 11).

6- Antibiotic residues: 6% of samples were positive. National and international regulations specify milk must not contain antibiotic residues. This rate

is lower than the one (11.97%) reported in Algeria by Baazize-Ammi et al. (8) but also (14% and 56%) by Aoues et al. (6).

7- Protein content was high 31.37 ± 0.25 variable compared with values reported by Bousbia et al. (10) (29.42); Lounis and Harfouche (25) (24.64). Our results are in interval of value reported in different region of Algeria 29.2 (1), 32.8 (28). But it is lower in comparison with other countries like Tunisia 33.1 (19); Togo 33.4 (35) and Senegal 35.1 (18). The protein level is in relation with the race, the udder health, the lactation, the season and the number of layouts (7, 11).

8- Lactose content varies from 42.8 to 51.9 with a mean of 47.39 g/l. This value is lower than the values reported by Hamiroune et al. - 6.35 (17) and Louni et al. - 59.96 (25). However, it is higher than other values recorded by Bousbia et al. - 44.17 (10) and Matallah et al. - 35.9 (28). It's also higher than reported in Morocco 43.5 (22), Tunisia 44.7 (19) and, Senegal 45.7 g/l (18).

The lactose concentration of milk could be used as an indicator of mastitis (15).

8- Solid not fat value is 86.31 ± 0.36 g/l. This value is lower than reported in Algeria 11.4 g/l (17), 11.26 and in other countries like France 90 (13). But it's higher than those reported in Tunisia - 84.7 g/l (19) and in Turkey - 84.2 g/l (37).

9- Freezing point average value was of -0.55°C different with a previous value (-0.38) reported in Algeria (17) this parameter allows assessment of quantity of water possibly added to milk. A wetting of 1% leads to an increase in the freezing point of around 0.0055°C (14).

In comparison with the physicochemical parameters obtained by lactoscanSP, the results obtained from this study show a variability average in pH; conductivity and density.

Conclusions

The study carried out during the winter period showed that the quality of the milk was generally above the standard. However several factors influence quality of milk such as breed, season, the feeding of the cattle.

Using of lactoscan in dairy play a crucial role because it allowing several parameters in record time without addition of chemical reagents that have altered the nutritional composition and the loss of some quantity of milk. All the results from the LACTOSCAN milk analyzers' analysis are based on a direct measurement of the parameters, which means confidence in results.

Therefore, lactoscanSP facilitates the task of quality control and repression of fraud by measuring addition of water and freezing point. It can also be used as a way for early detection of subclinical mastitis (by multi analysis of: pH, lactose, conductivity). It is providing innovative solutions in the field of milk analyzing and milk testing.

More attention should be given to milk hygiene as well as the determination and control of critical points at farm level.

Acknowledgement

This work was supported by National agency of scientific Research (NASR) and the University of Tiaret, Algeria.

References

1. **Adjlane-kaouche, S., Benhacine, R., Ghozlane, F., Mati, A.**, Nutritional and Hygienic Quality of Raw Milk in the Mid-Northern Region of Algeria: Correlations and Risk Factors, *Scientific World Journal*, 2014, 131593.
2. **AFNOR (Association Française de Normalisation)**, Lait, Détermination de la matière sèche, NF VO4 207, 1980, 33-34.
3. **AFNOR (Association Française de Normalisation)**, Contrôle de la qualité des produits alimentaires- Lait et produits laitiers: Analyses physicochimiques, Paris La Défense, AFNOR, 4^{ème} éd, 1993, 58.
4. **AFNOR (Association Française de Normalisation)**, Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode gravimétrique (méthode de référence), NF EN ISO, 2001, 1211.
5. **Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., Kihal, M.**, Assessment of milk hygienic quality in western Algeria, *Revista de Medicină Veterinară*, 2009, 160, 590-595.
6. **Aoues, K., Megateli, S., Tabet, M., Rezki, I., Tefahi, D., Benrima, A.**, détection des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de vache collecté dans la région de Blida (Algérie), *Revista Agrobiologia*, 2019, 9, 1, 1214-1222.
7. **Asif, M., Sumaira, U.**, A Comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan, *Pakistan Journal of Nutrition*, 2010, 12, 1192-1197.
8. **Baazize-Ammi, D., Dechicha, A.S., Tassist, A., Gharbi, I., Hezil, N., Kebbal, S., Morsli, W., Beldjoudi, S., Saadaoui, M.R., Guetarni, D.**, Screening and quantification of antibiotic residues in broiler chicken meat and milk in the central region of Algeria, *Revue scientifique et technique*, 2019, 38, 3, 863-877.
9. **Benlahcen, K., Mouloudi, F., Kihal, M.**, Study of the microbial and the physicochemical quality of raw milk from cows exposed to environmental pollutants in the region of West Algeria, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2013, 1, 9, 229-240.
10. **Bousbia, A., Boudalia, S., Gueroui, Y., Belaiz, B., Meguelati, S., Amrouchi, M., Ghebache, R., Belkheir, B., Benidir, M.**, Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria, *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 2018, 1-5.
11. **Debouz, A., Guergueur, L., Hamid, O., Hadj Sayed, A.**, Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaia, *EWRE*, 2014, 7, 2, 10-17.

12. **Faye, B., Loiseau, G.**, Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Ed.CIRAD-FAO, Montpellier, France, 2002.
13. **Fredot, E.**, Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, 2006, 25.
14. **Goursaud, J.**, Coagulation enzymatique du lait, Biotechnologie, Lavoisier édition, Paris, 1985, 301-339.
15. **Hamann, J., Krömker, V.**, Potential of specific milk composition variables for cow health management, Livestock Production Science, 1997, 48, 201-208.
16. **Hamann, J., Zeconi, A.**, Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator, Bulletin of the IDF, 1998, 334, 26.
17. **Hamiroune, M., Berber, A., Boubekour, S.**, Bacteriological quality of raw milk from local and improved cows sold in the regions of Jijel and Blida (Algeria) and impact on public health, Annales de Médecine Vétérinaire, 2014, 158, 137-144.
18. **Joffin, C., Joffin, J.N.**, Food microbiology, Collection biology and technique, 1999, 5, 211.
19. **Kalandi, M., Sow, A., Guigma, W.V.H., Zabre, M.Z., Bathily, A., Sawadogo, G.J.**, Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de Kaolackau Sénégal, International Journal of Biological and Chemical Sciences, 2015, 9, 2, 901-909.
20. **Kamoun, M.**, Déterminants de la qualité du lait en Tunisie, ESAM, Tunisie, 2011, IRESA.
21. **Kardjadj, M., Luka, P.D.**, Current Situation of Milk and Red Meat Industry in Algeria, Journal of Nutrition & Food Sciences, 2016, 6, 516.
22. **Labioui, H., El Moualdi, L., Ben Zakour, A., El Yachoui, M., Berny, E., Ouhssine, M.**, Étude physicochimique et microbiologique de lait, Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux, 2009, 148, 7-16.
23. **Lederer, J.**, Le lait: Encyclopédie de l'hygiène alimentaire, Tome 2, 2ème édition, 1983.
24. **Leymarios, F.C.**, Nutritional quality of cow's milk and its fatty acids, PhD thesis, National veterinary School of Alfort, France, 2010.
25. **Lounis, M., Harfouche, L.**, Physicochemical characteristics of raw milk marketed in the city of Djelfa, Algeria, Agriculture, 2020, 18-189.
26. **Maghuin-Rogister, G., Janosi, A., Helbo, V., Van Peteghem, C., Sanders, E., Van Eeckhout, E., Cornelis, M., Jouret, M.**, Stratégie intégrée d'analyse qualitative et quantitative des résidus de substances antimicrobiennes dans les denrées alimentaires, France, Rapport Final SSTC, 2001, 13-58.
27. **Mansour, L.**, Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: effet de l'alimentation, Thèse Doctorat Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie, 2015.
28. **Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K.N., Boukhris, R.**, Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien, LRRD, 2019, 29, 11.

29. **Mathieu, J.**, Initiation to the physical chemistry of milk, Technological Guides of the AFI, Lavoisier Tec et Doc, Paris, 1998.
30. **Niemczycki, S., Galecki, J.**, Conductivité électrique spécifique du lait et nouveaux dispositifs pour sa détermination, Le Lait, INRA Editions, 1983, 18,1009-1033.
31. **Packard, V., Ginn, R.**, An evaluation of freezing point changes in raw milk analyzed by Dairy Quality, Dairy, Food and Environmental Sanitation, 1990, 10, 347-351.
32. **Petrie, A., Watson, P.**, Statistics for Veterinary and Animal Science, 2nd ed., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2006.
33. **Pougheon, S., Goursaud, J.**, Le lait caractéristiques physico-chimiques, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris, 2001.
34. **Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., Belhadj, O.**, Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures, Afrique Science, 2009, 5, 2, 293-304.
35. **Seme, K., Pitala, W., Osseyi, G.E.**, Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au sud-togo, European Scientific Journal, 2015, 11, 36, 360-376.
36. **Tamine, A.Y.**, Milk processing and quality management, SDT series, Wiley-Blackwell, 2009.
37. **Tasci, F.**, Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur, Journal of Animal Veterinary Advances, 2011, 10, 635-641.