

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**Université Abdelhamid Ibn Badis de
Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie**



**جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة**

**DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE
MÈMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Présenté par :

KADDAR Ismail

&

MUSTAPHA Bendehiba Houssam Edine

En vue de l'obtention du diplôme de

Master académique en Agronomie

Spécialité : Production animale

THÈME

**Impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique et microbiologique
du lait de vache dans la région de Mostaganem**

Soutenu le : 04/07/2023

Devant le Jury

Président : CHAALEL Abdelmalek

Grade : MCA (Université de Mostaganem)

Examineur : HENNI Nassiba

Grade : MAA (Université de Mostaganem)

Encadreur : MAGHNIA Djamilia

Grade : MCB (Université de Mostaganem)

Co-encadreur : BENABDELMOUMENE Djilali

Grade : MCA (Université de Mostaganem)

Année universitaire: 2022 - 2023

Remerciement

Tout d'abord nous tenons à remercier DIEU tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté de terminer ce travail.

C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail et toutes les personnes qui sont présentes autour de nous en ce moment.

*À notre encadreur **Mme. MAGHNIA Djamil**a pour nous avoir encadré, orienté, ses encouragements, ses précieux conseils, Sa confiance, tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier les membres de jury **Mr. CHAALEL Abdelmalek** et **Mme. HENNI Nassiba** pour l'honneur qu'elles nous ont fait en acceptant de juger notre travail.*

*Nous adressons nos remerciements et notre grand respect à **Mr. BENABDELMOUMENE Djilali** et l'ensemble du personnel du laboratoire de physiologie animale appliquée, et laboratoire des science et technique de production animale de Hassi-Mameche pour leurs aides, soutiens et les bons moments passés qui ne pourront que rester inoubliables pour nous.*

Merci à tous les enseignants artisans de notre formation universitaire.

Nous voudrions également exprimer nos remerciements les plus chaleureux à toute personne qui nous a soutenu et aidé.

Merci à tous.

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier ALLAH de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail.

À mes très chers parents, symbole de courage et de volonté, qui ont consacré et sacrifié leur vie pour ma réussite.

À ma sœur, et mes frères pour leur soutien et leur affection.

À toute ma famille.

*À tous mes amis de promotion de
master production animale
2022/2023.*

*À mes collègues de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de
L'université de Mostaganem.*

Et à tous ceux que je porte dans mon cœur.

Je vous dis merci.

MUSTAPHA Bendehiba Houssam Edine.

Dédicaces

Je remercie dieu tous puissant de m'avoir donnée la force pour reprendre mes études malgré mes conditions.

À mes parents qui ont veillés à ma réussite.

À mes sœurs, mon frère.

À toute ma famille.

À toutes mes collègues de la promotion de production animale 2022/2023.

*À tous mes amies
qui m'ont soutenue sa disponibilité et ses encouragement.*

KADDAR Ismail.

Liste des abréviations

- **FAO** : Food and Agriculture Organisation.
- **DSA** : Direction des services agricoles.
- **°C** : Degré Celsius.
- **°D** : Degré Dornic.
- **%** : Pourcentage.
- **pH** : Potentiel d'hydrogène.
- **g** : gramme.
- **MS** : Matière sèche.
- **MAT** : Matière azotés total.
- **Kg** : kilogrammes.
- **MG** : Matière grasse.
- **MO** : Matière organique.
- **MM** : Matière minéral.
- **TP** : taux de prothrombine.
- **TB** : Tuberculose.
- **Km²** : kilomètres carrés.
- **mm** : Millimètres.
- **ISO** : Organisation internationale de standardisation.
- **JORA** : Journal officiel de la République Algérienne.
- **FMAT** : Flore mésophile aérobie totale.
- **ml** : Millilitres.
- **PCA** : Plate Count Agar.
- **H** :Heure.
- **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar.
- **OGA** : Gélose glucosé à l'oxytétracycline.
- **UFC/ml** : Unité Formant de Colonie par millilitre.

Liste des figures

Figure 01. Les différentes bactéries infectieuses du lait	8
Figure 02. Différents genres de moisissures contaminant le lait	8
Figure 03 : Composition des aliments.....	16
Figure 04. Wilaya de mostaganem limites administratives	31
Figure 05. Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache	32
Figure 06. Photographie d'un lactoscan type (ULTRASONIC MILKANALYZER)	33
Figure 07. Préparation des dilutions décimales	34
Figure 08. Variation de la densité des échantillons du lait de vache	37
Figure 09. Variation du pH des échantillons du lait de vache	39
Figure 10. Variation de la température des échantillons du lait de vache	40
Figure 11. Variation de la teneur en matière grasse des échantillons du lait de vache	41
Figure 12. Variation des concentrations des protéines dans les échantillons du lait de vache ...	43
Figure 13. Variation des concentrations de lactose dans les échantillons du lait de vache	44
Figure 14. Variation des teneurs en sels minéraux des échantillons du lait de vache	46
Figure 15. Variation du point de congélation des échantillons du lait de vache	47.
Figure 16. Dénombrement de la FTAM du lait de vache sur le milieu PCA	49.
Figure 17. Recherche des staphylococcus aureus du lait de vache sur milieu chapman	49
Figure 18. Dénombrement de levure et moisissure du lait de vache sur milieu OGA	50
Figure 19. Dénombrement des coliformes totaux du lait de vache sur milieu VRBL	50
Figure 20. Dénombrement des coliformes fécaux du lait de vache sur milieu VRBL	51

Liste des tableaux

Tableau 01. Composition moyenne du lait de vache (g/l)	05
Tableau 02. Différents zones de prélèvement du lait	31
Tableau 03. Résultats de densité des échantillons du lait de vache	37
Tableau 04. Résultats de pH des échantillons du lait de vache	38
Tableau 05. Résultats de la température des échantillons du lait de vache	40
Tableau 06. Résultats de matière grasse des échantillons du lait de vache	41
Tableau 07. Résultats de protéine des échantillons du lait de vache	42
Tableau 08. Résultats de lactose des échantillons du lait de vache	44
Tableau 9. Résultats de sels minéraux des échantillons du lait de vache	45
Tableau 10. Résultats de point de congélation des échantillons du lait de vache	47
Tableau 11. Résultats des analyses microbiologie du lait de vache	48

Résumé

Le lait de vache est largement reconnu comme une source d'alimentation complète, fournissant une gamme diversifiée de nutriments essentiels, y compris les protéines, les lipides, le lactose et divers minéraux. La présente étude a pour objectif d'examiner l'influence de l'alimentation sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait de vache, en se basant sur des échantillons provenant de cinq exploitations agricoles distinctes. Ces exploitations, situées dans la région de Mostaganem en Algérie, adoptent des régimes alimentaires variés et s'approvisionnent auprès de différents fournisseurs. Les résultats ont indiqué une teneur moyenne en matières grasses de 61,7 g/l, une concentration moyenne en protéines de 36,23 g/l et une concentration moyenne en lactose de 60,56 g/l. Il a été observé que les vaches nourries selon un régime spécifique produisaient un lait avec des teneurs plus élevées en matières grasses, en protéines et en lactose par rapport à celles nourries selon un régime différent. Ces observations soulignent l'importance du régime alimentaire dans la détermination de la composition et de la qualité du lait produit. En outre, les analyses microbiologiques ont révélé une charge élevée de flore totale (de $9,2 \cdot 10^5$ à $90 \cdot 10^5$ UFC/ml) et de coliformes totaux (de $58,3 \cdot 10^3$ à $115 \cdot 10^4$ UFC/ml), ainsi que la présence de *Staphylococcus aureus* dans les échantillons provenant des zones 4 et 5 (avec des concentrations respectives de $35,4 \cdot 10^3$ et $11 \cdot 10^4$ UFC/ml). Des concentrations de levures et de moisissures allant de $12,5 \cdot 10^2$ à $72,5 \cdot 10^4$ UFC/ml ont également été observées. Ces résultats suggèrent que le régime alimentaire des vaches (orge, son, maïs, sel, CMV) a un impact significatif sur la composition du lait, notamment en ce qui concerne sa teneur en matières grasses, en lactose et en sels minéraux.

Mots clés : Alimentation., analyse physico-chimique, analyse microbiologique, lait de vache, Mostaganem.

المخلص :

يُعرف حليب البقر كمصدر غذائي كامل ومتوازن ، حيث يوفر مجموعة متنوعة من العناصر الغذائية الأساسية مثل البروتين والدهون واللاكتوز والمعادن. تركز هذه الدراسة على تأثير النظام الغذائي على الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لحليب البقر في خمس مزارع مختلفة. تتبنى كل مزرعة من هذه المزارع نظامًا غذائيًا متميزًا ومصادر من موردين مختلفين في منطقة مستغانم بالجزائر. الهدف هو فهم كيفية تأثير هذه العوامل على تكوين وجودة الحليب المنتج. تم تحديد جودة الحليب من خلال إجراء التحليلات: الفيزيائية والكيميائية: الكثافة ، ودرجة الحموضة ، ودرجة الحرارة ، والدهون ، والبروتين ، واللاكتوز ، والأملاح المعدنية ، ودرجة التجمد. ركزنا انتباهنا على العينة 02 التي تم أخذها في مايو ولاحظنا أن النظام الغذائي للأبقار (الشعير ، النخالة ، الذرة ، الملح ، CMV) كان له تأثير كبير على تكوين الحليب. أظهرت النتائج متوسط محتوى دهني 61.7 جم / لتر ، ومتوسط تركيز بروتين 36.23 جم / لتر ، ومتوسط تركيز لاکتوز 60.56 جم / لتر. الأبقار التي تتغذى على نظام غذائي معين تنتج لبنًا يحتوي على مستويات أعلى من الدهون والبروتين واللاكتوز مقارنة بتلك التي تتغذى على نظام غذائي مختلف. تسلط هذه الملاحظات الضوء على أهمية العلف في تكوين وجودة الحليب الذي تنتجه الأبقار. كشفت التحليلات الميكروبيولوجية لحليب البقر عن وجود حمولة عالية من النباتات الكلية ($9.2.10^5$ إلى 90.10^5 UFC / مل) وإجمالي القولونيات ($58.3.10^3$ إلى 115.10^4 UFC / مل) ، بالإضافة إلى وجود من المكورات العنقودية الذهبية في عينات من المناطق 4 و 5 ($35.4.10^3$ و 11.10^4 / مل على التوالي). كما لوحظت تركيزات الخميرة والعفن من ($12.5.10^2$ إلى $72.5.10^4$ UFC / مل). كان لعلف الأبقار (الشعير ، النخالة ، الذرة ، الملح ، CMV) تأثير معنوي على تكوين الحليب ، وخاصة محتواه من الدهون واللاكتوز والمعادن.

الكلمات المفتاحية: غذاء ، تحليل فيزيائي-كيميائي ، تحليل ميكروبيولوجي ، حليب البقر ، مستغانم.

Abstract

Cow's milk is widely recognized as a complete food source, providing a diverse range of essential nutrients, including proteins, fats, lactose, and various minerals. This study aims to examine the influence of diet on the physicochemical and microbiological characteristics of cow's milk, based on samples from five distinct farms. These farms, located in the Mostaganem region of Algeria, adopt varied diets and source from different suppliers. The results indicated an average fat content of 61.7 g/l, an average protein concentration of 36.23 g/l, and an average lactose concentration of 60.56 g/l. It was observed that cows fed on a specific diet produced milk with higher fat, protein, and lactose contents compared to those fed on a different diet. These observations underscore the importance of diet in determining the composition and quality of the milk produced. In addition, microbiological analyses revealed a high total flora load (from $9.2 \cdot 10^5$ to $90 \cdot 10^5$ CFU/ml) and total coliforms (from $58.3 \cdot 10^3$ to $115 \cdot 10^4$ CFU/ml), as well as the presence of *Staphylococcus aureus* in samples from areas 4 and 5 (with respective concentrations of $35.4 \cdot 10^3$ and $11 \cdot 10^4$ CFU/ml). Concentrations of yeasts and molds ranging from $12.5 \cdot 10^2$ to $72.5 \cdot 10^4$ CFU/ml were also observed. These results suggest that the cows' diet (barley, bran, corn, salt, CMV) has a significant impact on the composition of the milk, particularly in terms of its fat, lactose, and mineral salt content.

Keywords: Food, physico-chemical analysis, microbiological analysis, cow's milk, Mostaganem.

Table des matières

Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	01

Partie bibliographique

Chapitre I : Lait de vache

1. Définition du lait de vache	04
2. Composition du lait	04
3. Qualité organoleptique du lait	05
3.1. Couleur	05
3.2. Odeur	05
3.3. Saveur	05
3.4. Viscosité	05
4. Propriétés physico-chimique et microbiologique du lait de vache	06
4.1. Propriétés physico-chimiques de lait	06
4.1.2. Acidité titrable ou acidité Dornic	06
4.1.3. pH du lait	06
4.1.4. Point de congélation	06
4.2. Propriétés microbiologiques du lait	07
4.2.1. Flore originelle ou indigène	07
4.2.2. Flore de contamination	07
A. Flore pathogène	07
B. Flore d'altération	08
5. Importance nutritionnelle	09

Chapitre II : Alimentation des vaches

1. Alimentation des vaches laitières	10
2. Présentation et distribution de la ration	10

3. Type d'alimentation	10
3.1. Fourrages	10
3.1.1. Fourrages verts	10
3.1.2. Ensilages	10
3.1.3. Fourrages secs	11
A. Foin	11
B. Paille	12
C. Luzerne	13
3.1.4. Racines et tubercules, et leurs dérivés	13
3.2. Concentrés	13
3.2.1. Aliments concentrés simples	14
A. Graines de protéagineux et d'oléagineux	14
B. Tourteaux	15
3.2.2. Aliments concentrés composés	15
4. Composition des aliments	15

Chapitre III : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

1. Facteurs liés aux conditions intrinsèques	17
1.1. Facteur génétique	17
1.2. Stade de lactation	17
1.3. Age	18
1.4. Etat sanitaire (les mammites chez les vaches)	18
1.5. Race	18
1.6. Âge ou numéro de lactation	19
2. Facture liée aux conditions extrinsèques	19
2.1. Alimentation	19
2.1.1. Effet de l'apport énergétique	20
2.1.2. Effet des apports azotés	21
2.1.3. Effet des apports en matières grasses	22
2.2. Saison et climat	23

2.3. Effets des pratiques d'élevage	24
2.3.1. Pratiques hygiéniques	24
A. Pratiques de traite	24
B. Propreté des animaux	25
C. Machine à traire	25

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Objectif du travail	27
2. Enquête	27
3. Lieu de l'expérimentation	30
4. Présentation de la région d'étude (MOSTAGANEM)	30
5. Source des échantillons	31
6. Méthodes des analyses du lait	32
7. Échantillonnages et prélèvement	32
8. Analyses physico-chimiques	33
9. Analyses microbiologiques	33
9.1. Détermination de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)	35
9.2. Recherche et dénombrement des coliformes (Totaux et Fécaux)	35
9.3. Dénombrement de Staphylococcus aureus	34
9.4. Levure et moisissures	35

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques du lait	37
1.1. Densité	37
1.2. pH	38
1.3. Température	40
1.4. Matière grasse	41
1.5. Protéine	41
1.6. Lactose	44
1.7. Sels minéraux	45
1.8. Point de congélation	46
2. Résultats des analyses microbiologiques du lait	48
2.1. Flore totale mésophile aérobie	48
2.2. Recherche des staphylococcus aureus	49
2.3. Levure et moisissure	49
2.4. Coliformes totaux	50
2.5. Coliformes fécaux	50
3. Discussion	51
3.1. Analyses physico-chimiques	51

3.2. Analyses microbiologiques	53
Conclusion et perspectives	55
Référence bibliographique.....	57
Annexe.....	62

Introduction

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers constituent un produit de base de l'alimentation des Algériens, ils sont intéressants d'un point de vue nutritionnel, particulièrement le lait qui constitue 65,5 % des protéines consommés d'origine animale. Même si le lait de quelque espèce de mammifères possède des qualités nutritives supérieures. La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale (90%) même en pays tropicaux (70%), ce qui rend le lait de vache est de loin le plus connu (**Otmane-Rachedi** et *al.*, 2022).

La consommation du lait par la population algérienne a connu une croissance continue depuis l'indépendance. La poussée démographique et l'amélioration du niveau de vie des Algériens en sont responsables (**Dra**, 2018).

En Algérie, la production du lait cru continue d'être soumise à un ensemble de contraintes d'ordre technicoéconomique, structurel et organisationnel qui empêchent son développement (**Zoghlami** et *al.*, 2022).

À partir de 2009, le programme de développement de la production nationale de lait cru visait un meilleur niveau de performances, une plus grande contribution du secteur agricole à la création de richesses dans l'économie nationale. Néanmoins, malgré les résultats positifs tangibles qui ont été obtenus grâce aux nouvelles mesures engendrées par la politique du Renouveau agricole et rurales, notamment pour la production de lait cru, ces résultats demeurent insuffisants (**Kalli** et *al.*, 2018).

La population bovine en Algérie avec un effectif de 1 813 192 têtes (**FAO**, 2018), cet élevage joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne.

En 2017, la wilaya de Mostaganem comptait un cheptel bovin estimé à 30 300 têtes, dont 20 500 vaches laitières, indiquent les statistiques de la Direction des Services agricoles (DSA). La région compte deux types d'élevages, dont l'un a vocation laitière et l'autre d'engraissement. Toutefois, les seconds ne pèsent guère dans la balance. Le cheptel laitier est concentré sur le plateau et dans les basses vallées de l'ouest de Mostaganem d'après (**Saidane** et *al.*, 2023). On y trouve des bovins laitiers modernes et améliorés. Le type d'élevage le plus observé dans la région est extensif. Ce système est pratiqué par des agriculteurs disposant de faibles espaces et de petits effectifs (2 à 6 vaches par ferme). L'alimentation est basée sur le foin et la paille, parfois le

fourrage vert. Le concentré est fourni en complément selon (**Sidhoum**, 2019).

La saisonnalité de la production est le résultat de l'effet conjugué des disponibilités alimentaires, des conditions climatiques et de la conduite de la reproduction (**Zoghlami et al.**, 2022).

En Algérie, le cheptel particulièrement bovin laitier, souffre d'insuffisance alimentaire. En effet, en plus d'être maigre et non équilibrée (insuffisance d'aliments verts), la ration est très mal distribuée. Une des principales causes de cette situation est l'insuffisance de la ressource hydrique, qui ne permet pas la progression des cultures fourragères à l'irrigué (**Sidhoum**, 2019).

En outre, l'élevage bovin laitier est confronté à la cherté de l'aliment de bétail due essentiellement au manque des surfaces fourragères sur tout le territoire national ce qui se traduit sur le rendement de la vache laitière, d'où la cherté du prix de revient du litre de lait, difficilement supporté par les éleveurs (**Kalli et al.**, 2018).

Il existe aussi de légères variations entre les laits de diverses régions, selon les races de vaches prédominantes, le type d'élevage, le climat et, surtout, le mode d'alimentation du bétail qui influence, énormément, la qualité nutritionnelle du lait. Des modifications de composition peuvent intervenir, tout au long de la chaîne des traitements (de la traite jusqu'au consommateur) (**Benyahia-Mostefaoui**, 2020).

Dans un contexte mondial, le lait de vache occupe une place stratégique importante dans l'économie mondiale et se place comme étant la première source laitière en 2016 avec plus de 659 millions de tonnes. Néanmoins, dans certaines régions, où un effort onéreux est déployé pour le développement des vaches laitières (**Zouari**, 2019).

La production mondiale de lait devrait croître de 1,7% par an, ces dix prochaines années (atteignant 981 millions de tonnes (Mts) en 2028), soit plus vite que celle de la plupart des produits agricoles (**Benyahia-Mostefaoui**, 2020).

L'Algérie se classe comme le premier consommateur du lait au Maghreb et le deuxième importateur dans le monde après la chine (**Sassi**, 2019).

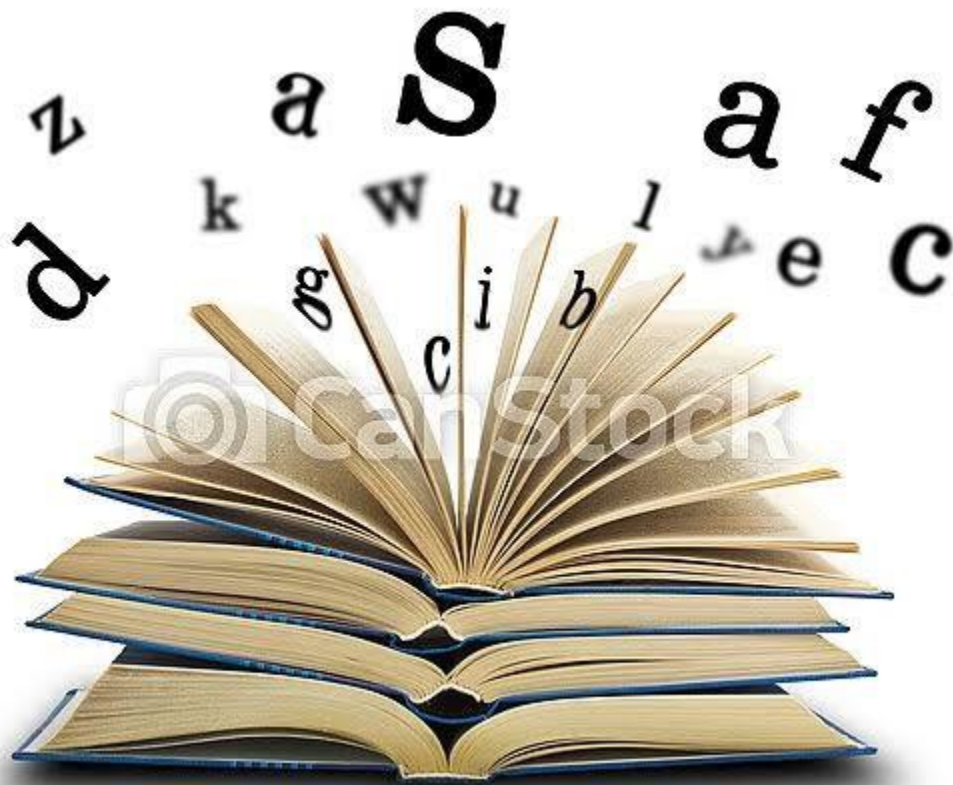
La filière laitière représente un secteur stratégique de la politique agricole algérienne, notamment pour son rôle polyvalent en tant que fournisseur de protéines animales (lait et viande) et de source de revenus. En effet, le lait contribue en moyenne avec

16% dans l'apport protéique journalier, alors que les autres produits d'origine animale tels que les viandes (rouges et blanches) et les œufs n'interviennent qu'à hauteur de 10,24% (**Abedelli** et *al.*, 2021).

La production nationale a atteint près de 3,6 milliards de litres en 2019, dont 2,7 milliards de litres de lait de vache représentant plus de 75% de la production totale nationale. Le reste de la production laitière est assuré par les brebis et les chèvres (**MADR**, 2019 ; **Abedelli** et *al.*, 2021).

Eu égard à cet état des lieux, nous nous sommes proposés de réaliser un travail qui vise à étudier l'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache dans la région de Mostaganem au nord-ouest de l'Algérie.

Synthèse bibliographique



Chapitre I : Lait de vache

1. Définition du lait de vache

Le lait est un liquide blanc aqueux opaque, d'une saveur douceâtre sécrétée par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune (**Sassi, 2019**).

Le lait est connu comme l'aliment le plus complet de la nature depuis des millénaires, jouant actuellement un rôle important dans l'alimentation de plus de 6 milliards de personnes dans le monde (**Gutu, 2022**).

Le lait, destiné à la consommation humaine, est le produit de la traite d'une femelle laitière saine et bien nourrie (**Saidane et al., 2023**).

Le lait du point de vue physico-chimique est un système complexe et hétérogène dont la composition chimique varie en fonction de l'espèce, la race, l'âge, le stade et le nombre de lactations, ainsi que l'alimentation et les conditions de traitement (**Mekhange, 2020**).

2. Composition du lait

Le lait est une matière première simple en apparence, complexe dans sa composition, mais qui contient des ressources considérables provenant de la mamelle d'un animal en lactation (**Saidane et al., 2022**).

Le lait est un produit d'origine biologique fortement altérable par voie microbienne et par voie enzymatique. C'est un milieu multiphasique : une phase aqueuse contenant essentiellement le lactose, les minéraux ; une phase dispersée de nature lipidique (globules gras) et une phase de nature protéique (micelles de caséines). Cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux. Les principaux étant la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge (**Mekhange, 2020**).

Compositions du lait de vache présentées dans le tableau 01 suivante :

Tableau 01 : Composition moyenne du lait de vache (g/l) (**Renhe et al**, 2019).

Elements	Composition
Eau	873
Matière sèche totale	127
Matière protéique	32
Matière grasse	37
Lactose	48
Matière minérale	7

3. Qualité organoleptique du lait

3.1. Couleur

Le lait est un liquide blanc mat, opaque à cause des micelles de caséinates, ou parfois bleutées ou jaunâtre du fait du bêta-carotène ou de la lactoflavine contenue dans la matière grasse (**Mekhange, 2020**).

3.2. Odeur

Toujours faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice (**Mekhange, 2020**).

3.3. Saveur

Elle est douceâtre, faiblement sucrée, en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose (**Mekhange, 2020**).

3.4. Viscosité

Lait moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache), ce lait est dit caséineux (**Mekhange, 2020**).

4. Propriétés physico-chimique et microbiologique du lait de vache

4.1. Propriétés physico-chimiques du lait

4.1.1. Densité

Elle oscille entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C.

La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. La densité des laits écrémés est supérieure à 1,035 (**Mekhange, 2020**).

4.1.2. Acidité titrable ou acidité Dornic

Le lait présente une acidité qui peut être titrée par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine à 1 % comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en degré dornic, c'est-à-dire en décigramme d'acide lactique par litre. Le mouillage du lait provoque une diminution de son acidité qui se situe normalement entre 15 et 18°D pour un lait frais (**Mekhange, 2020**).

4.1.3. pH du lait

Le pH du lait n'est pas une valeur constante, il est de l'ordre de 6,6 et 6,8; il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Le pH représente l'acidité actuelle du lait, c'est celle-ci que dépendent des propriétés importantes comme la stabilité de la caséine. Le pH permet de déterminer le vieillissement du lait (**Mekhange, 2020**).

4.1.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54°C et -0,55°C.

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de -0,530°C à -0,575°C avec une moyenne à -0,555°C (**Mekhange, 2020**).

4.2. Propriétés microbiologiques du lait

4.2.1. Flore originelle ou indigène

Lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, le lait contient essentiellement des mésophiles. Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Boufeldja**, 2017).

La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis (**Kabir**, 2015).

Les bactéries lactiques représentent la flore originelle du lait. Il en existe plusieurs genres et constituent principalement les ferments lactiques usuels (**Benkrizi**, 2019).

4.2.2. Flore de contamination

A. Flore pathogène

Des microorganismes peuvent se trouver dans le lait, lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : comme *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, *Staphylocoques*, etc.... Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale comme : *Brucella*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Escherichiacoli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacterspp*, *Mycobacteriumbovis* et *M. tuberculosis*, *Bacillus anthracis*, *Coxiellaburnetii*, ou de germes de contamination du lait. Elle présente un danger pour le consommateur c'est le cas de : (*Mycobacteriumbovis*, *M. tuberculosis*, *Bacillus cereus*, et des représentants des genres *Brucella* et *Salmonella*) (**Khather et Ghefar**, 2017).

Les principaux micro-organismes infectieux du lait et des produits laitiers sont présentés dans la figure 01 suivante :



Figure 01. Les différentes bactéries infectieuses du lait (Prescott et al., 2010).

B. Flore d'altération

Trois groupes microbiens sont dominants : les bactéries coliformes (*E. coli* et *Hafnia alvei*), les *Pseudomonas* du groupe fluorescent psychrotrophe et les streptocoques lactiques (Hammou, 2017).

Les bactéries d'altération atteignent le produit fini durant la transformation, causant ainsi une forte acidification et une formation d'odeur désagréable (Benkrizi, 2019).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes dont principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp*, *Clostridium sp* ainsi que certaines levures et moisissures (Kabir, 2015).

La figure 2 représente les différents genres de moisissures altérant le lait :

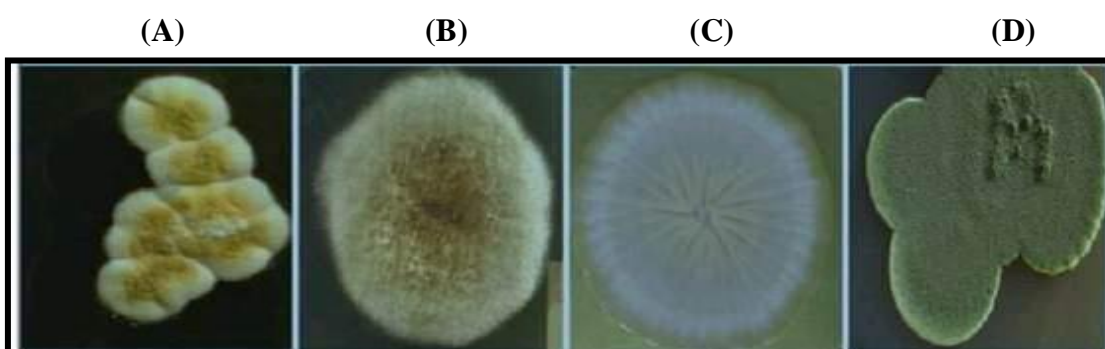


Figure 02. Différents genres de moisissures contaminant le lait (Prescott et al., 2010). (A): *Alternaria alternata* (B): *Penicillium pupurogenum* (C): *Cladosporium hebarum* (D): *Penicillium pupurogenum*.

5. Importance nutritionnelle

Le lait est une source majeure d'énergie, de protéines et de graisses, concourant en 2009 en moyenne à 134 kcal d'énergie/habitant (hab)/jour (j), 8 g de protéines/hab/j et 7,3 g de matière grasse/ hab/j (**Benyahia-Mostefaoui**, 2020).

Le lait, sous sa forme naturelle, est un aliment unique qui nourrit les êtres humains depuis des siècles. Il fournit une protection immunogène et fournit des nutriments, tels que des protéines, des graisses, des glucides, des vitamines et des minéraux, sous une forme facilement digestible que tout autre aliment (**Kakati et al**, 2021).

Chapitre II : Alimentation des vaches

1. Alimentation des vaches laitières

L'alimentation a pour objectif de fournir les éléments nutritifs permettant de satisfaire l'ensemble des besoins. Pour une vache laitière (**Cuvelier et al.**, 2021).

2. Présentation et distribution de la ration

Les pratiques de distribution des rations mises en œuvre par certains éleveurs (mélange du concentré aux fourrages, fractionnement des apports, utilisation de substances tampons...) contribuent à éviter des chutes importantes de taux butyreux parfois observés avec des rations très riches en concentrés. C'est en combinant les pratiques de culture, de récolte et de conservation que l'agriculteur puisse trouver le meilleur compromis entre la quantité de fourrage récolté et sa valeur alimentaire (**Kaouche**, 2019).

3. Type d'alimentation

3.1. Fourrages

On distingue classiquement trois catégories de fourrages, sur la base de leur mode de conservation et de leur teneur en MS : les fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs. Une 4e catégorie d'aliments peut être assimilée aux fourrages : il s'agit des racines et tubercules et de leurs dérivés (**Cuvelier et al.**, 2021).

3.1.1. Fourrages verts

La qualité de l'herbe est variable. De nombreux facteurs influencent celle-ci. Citons notamment le stade de végétation (l'âge de l'herbe), la composition botanique de la prairie, la saison (le cycle de végétation), mais aussi le sol et le climat, et la fertilisation (**Cuvelier et al.**, 2021).

3.1.2. Ensilages

L'ensilage est un système de conservation des fourrages par fermentation anaérobie dans un silo : des bactéries transforment les sucres solubles en acides organiques (principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique) qui font chuter le pH dans

l'ensilage. Celui-ci devient alors stable. Les sucres solubles étant consommés par les bactéries, un ensilage se caractérise par une teneur en sucres solubles quasi nulle. Les principaux aliments ensilables sont l'herbe, le maïs plante entière (ou grain humide), les dérivés de betteraves (principalement pulpes humides et pulpes surpressées) et les céréales immatures. On rencontre également parfois de l'ensilage de protéagineux, et plus précisément de l'ensilage de pois plante entière. L'ensilage est réalisé soit dans différents types de silos : les silos horizontaux (silo taupinière et silo tranché) et le silo tour, ou soit par enrubannage de balle ronde ou carrée. Remarquons que le type de silo utilisé par l'exploitant peut avoir un impact sur la qualité de son ensilage (**Cuvelier et al.**, 2021).

3.1.3. Fourrages secs

Les fourrages secs comprennent les foins et les pailles. La luzerne, qui peut notamment être valorisée sous forme de foin, est également vue ici. Il s'agit d'aliments ayant en commun une teneur en MS élevée, supérieur ou égal à 85 %, riche en fibres, et issu de l'exploitation des herbes à des stades assez avancés, c'est-à-dire soit l'épiaison/floraison pour les foins, soit la maturation pour les pailles. Dans le cas de la production de foin, on utilise les tiges et feuilles des graminées et des légumineuses, tandis que la paille est le coproduit de la production des céréales (**Cuvelier et al.**, 2021).

A. Foin

Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %. Un bon foin se caractérise donc par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90 %. La période de récolte du foin varie selon la localisation géographique : début juin pour le centre du pays et plutôt mi-juin en Ardenne, en raison de l'évolution plus tardive des stades de végétation. Quelle que soit la région concernée, la récolte doit impérativement s'effectuer par temps sec. La qualité d'un foin est variable. Les principaux facteurs de variation sont les mêmes que ceux de l'herbe. Citons ainsi, à côté des conditions climatiques lors de la récolte, le stade de récolte et la composition botanique de la prairie. Les foins de légumineuses (luzerne et trèfle)

seront ainsi plus riches en MAT et en calcium que les foins de graminées. Vu la variabilité de la qualité du foin, une analyse en laboratoire est toujours une option intéressante. Il faut cependant savoir que l'obtention d'un échantillon représentatif de tout le foin est une opération délicate. Dans tous les cas, retenons que la qualité du foin est souvent médiocre lorsqu'il est récolté tardivement ou dans de mauvaises conditions (pluie). Du point de vue de la composition chimique et de la valeur nutritionnelle, le foin se caractérise par une teneur en MAT variable, plutôt élevée lorsqu'il s'agit d'un foin de légumineuses ou d'un foin de bonne qualité, mais néanmoins inférieure aux teneurs importantes que l'on peut observer dans l'ensilage d'herbe, et ce en raison du stade de récolte plus tardif. La teneur en énergie du foin est en général plus faible que celle de l'ensilage d'herbe, pour la même raison que celle évoquée pour les MAT. Il faut relever la présence de sucres solubles et de vitamine A, deux nutriments absents dans les ensilages d'herbe. Le tableau ci-dessous compare précisément ces teneurs pour un foin de bonne qualité, un ensilage d'herbe pré fané de très bonne qualité et de l'herbe fraîche de 1er cycle au stade tallage (**Cuvelier et al., 2021**).

B. Paille

La paille est constituée par les tiges et les rafles des épis égrainés des céréales. La valeur alimentaire de la paille est toujours faible, ce qui explique son utilisation comme litière ou comme aliment de lest. La paille se caractérise en effet par une teneur en fibres très élevée, avec un haut taux de lignification de la cellulose/hémicellulose, une teneur en sucres solubles et en protéines très faible, de même qu'une teneur en énergie faible. Cependant, la paille est un aliment qui présente un certain intérêt : elle stimule la mastication, la rumination et le brossage des papilles. Elle ralentit également les fermentations, ce qui permet de lutter contre l'acidose du rumen lors d'administration de rations très riches en glucides fermentescibles. Aussi, chez les animaux très performants, elle est parfois utilisée à raison de 1 à 2 kg de paille fraîche/jour dans une ration mélangée (**Cuvelier et al., 2021**).

C. Luzerne

La luzerne est une légumineuse fourragère connue pour sa forte teneur en protéines, en fibres de bonne qualité, en vitamines et en pigments. Elle est principalement utilisée sous forme de foin ou de bouchon déshydraté. Elle ne contient pas de facteurs antinutritionnels pour les ruminants, mais son utilisation au pâturage peut nécessiter une certaine prudence en raison du risque de météorisation. La luzerne est essentielle dans l'alimentation des ruminants, en particulier pour les vaches laitières, mais elle est également utilisée pour les petits ruminants et les chevaux (**Rita, melis et al.**, 2017).

Cette dernière occupe une place de choix sur le plan quantitatif et qualitatif, vu sa haute qualité nutritionnelle, son rendement végétatif et sa capacité à fixer l'azote de l'air et à piéger le nitrate ce qui justifie le regain d'intérêt que semblent lui porter certains pays (**Hadj-Omar et al.**, 2018).

3.1.4. Racines et tubercules, et leurs dérivés

Les racines et tubercules résultent de l'accumulation de réserves glucidiques dans les parties souterraines des végétaux : racines de betterave sucrière et fourragère, de chicorée, navet, carotte et manioc, et tubercules de pomme de terre et de topinambour. Il s'agit d'aliments caractérisés par une teneur en eau très élevée ($\geq 75\%$) et des teneurs faibles en matières azotées et en fibres de type cellulose. Les betteraves présentent la particularité d'être cependant riches en fibres de type pectines. Les substances de réserve sont principalement l'amidon dans le cas de la pomme de terre et des sucres solubles dans le cas des betteraves, de la carotte, du navet, de la chicorée et du topinambour. Ce sont des aliments savoureux, généralement très digestibles, qui présentent en outre l'avantage de rester frais très longtemps, pratiquement jusqu'à la fin de l'hiver, à condition d'être préservés du froid. Nous présentons ci-dessous un bref aperçu des aliments les plus fréquemment rencontrés (**Cuvelier et al.**, 2021).

3.2. Concentrés

Les aliments concentrés se caractérisent tous par des teneurs en MS et en énergie élevées. Certains d'entre eux sont également riches en protéines, c'est le cas pour les

graines de protéagineux et d'oléagineux.

On distingue deux catégories d'aliments concentrés :

- Les aliments concentrés simples, tels que les graines de céréales et leurs co-produits, les graines de protéagineux, les graines d'oléagineux et leurs co-produits, les tourteaux, et les pulpes séchées. Ces aliments concentrés simples sont donc les matières premières.
- Les aliments concentrés composés, résultant d'un mélange d'aliments concentrés simples. Les concentrés, qu'il s'agisse d'aliments concentrés simples ou composés, servent à équilibrer en azote et en énergie la ration de base, établie à partir des fourrages. Utilisés dans ce contexte, ils sont fréquemment appelés des « correcteurs ».

Une fois la ration de base équilibrée, des concentrés dits « de production » sont éventuellement apportés en plus, afin de soutenir la production laitière. La quantité administrée est alors fonction du niveau de production laitière. Ces concentrés de production sont des aliments concentrés composés, disponibles dans le commerce ou réalisés à la ferme, et distribués individuellement par l'éleveur en salle de traite ou, le plus souvent, via un distributeur automatique d'aliment (DAC).

Les concentrés de production présentent généralement une teneur en MS de 88 % et une teneur en MAT variant de 16 à 18 % dans l'aliment frais. Une grande variabilité existe quant à l'efficacité du concentré. Ainsi, un apport de 0,7 à 1,5 kg de concentré permet la production de 2 litres de lait supplémentaires en rations hivernales. Au pâturage, l'efficacité est extrêmement variable (cf. supra), avec une moyenne de 1 kg de concentré pour 1,5 litre de lait (Cuvelier et al., 2021).

3.2.1. Aliments concentrés simples

A. Graines de protéagineux et d'oléagineux

Les graines de protéagineux et d'oléagineux sont des aliments concentrés riches en énergie et en matières azotées. En Belgique, les graines les plus fréquemment utilisées dans les rations pour vaches laitières sont le pois, la féverole et le lupin (bleu et blanc) pour les protéagineux, et le lin, le soja et le colza pour les oléagineux (Cuvelier et al.,

2021).

B. Tourteaux

En rations laitières, les principaux tourteaux utilisés sont le tourteau de soja, de colza, de tournesol et le tourteau de lin. Notons que l'appellation commerciale de certains tourteaux comporte parfois un chiffre (tourteau de soja 48, par exemple). Celui-ci désigne la somme des taux de MAT et de MG (Cuvelier et *al.*, 2021).

3.2.2. Aliments concentrés composés

Les aliments concentrés composés résultent du mélange d'aliments concentrés simples. Il s'agit donc d'un mélange de matières premières, sous forme de poudre, de granulés ou de miettes. De tels aliments peuvent être achetés dans le commerce. De nombreuses firmes commercialisent en effet des mélanges dont la composition varie en termes de choix des matières premières, et donc de composition chimique et de valeur nutritionnelle. Les aliments concentrés composés se caractérisent néanmoins la plupart du temps par une teneur en énergie assez semblable, toujours élevée, aux environs de 1000 VEM, et par une teneur en MS proche de 90 %. La teneur en MAT peut par contre varier beaucoup d'un aliment à un autre, allant de 14 à 40 %.

L'aliment présenté ci-dessous est un exemple d'aliment concentré composé du commerce. Il s'agit d'un mélange préparé spécifiquement pour un éleveur, à 28 % de MAT notons que les teneurs précisées sur l'étiquette sont exprimées dans l'aliment frais, et non l'étiquette de l'aliment mentionne 27,97 % de protéines brutes, c'est-à-dire 27,97 % de MAT (≈ 28 % de MAT). Pas dans la MS. C'est généralement le cas pour tous les aliments du commerce. La teneur en énergie de ce mélange est de 954 VEM/kg d'aliment, soit 1 060 VEM/kg de MS d'aliment (Cuvelier et *al.*, 2021).

4. Composition des aliments

Les aliments distribués aux bovins sont composés d'eau et de divers nutriments : des glucides, des lipides, des matières azotées, des vitamines et des minéraux, ainsi que des substances totalement dépourvues de valeur nutritive, telle que la lignine. Lorsqu'un

aliment est placé dans une étuve, l'eau contenue dans cet aliment s'évapore, on obtient une matière sèche (MS). Tous les aliments contiennent une certaine fraction de MS dont la teneur de l'herbe varie aux alentours de 20 %, alors que celle du foin et des environs de 85 et 90 %.

La MS comprend d'une part la matière organique (MO), caractérisée par la présence d'atomes de carbone, et d'autre part la matière minérale (MM). Les composants de la matière organique sont les glucides, les lipides, les matières azotées et les vitamines. La matière minérale comprend quant à elle, les minéraux (Cuvelier et al., 2021).

Les compositions des aliments sont présentées dans la figure 03 suivante :

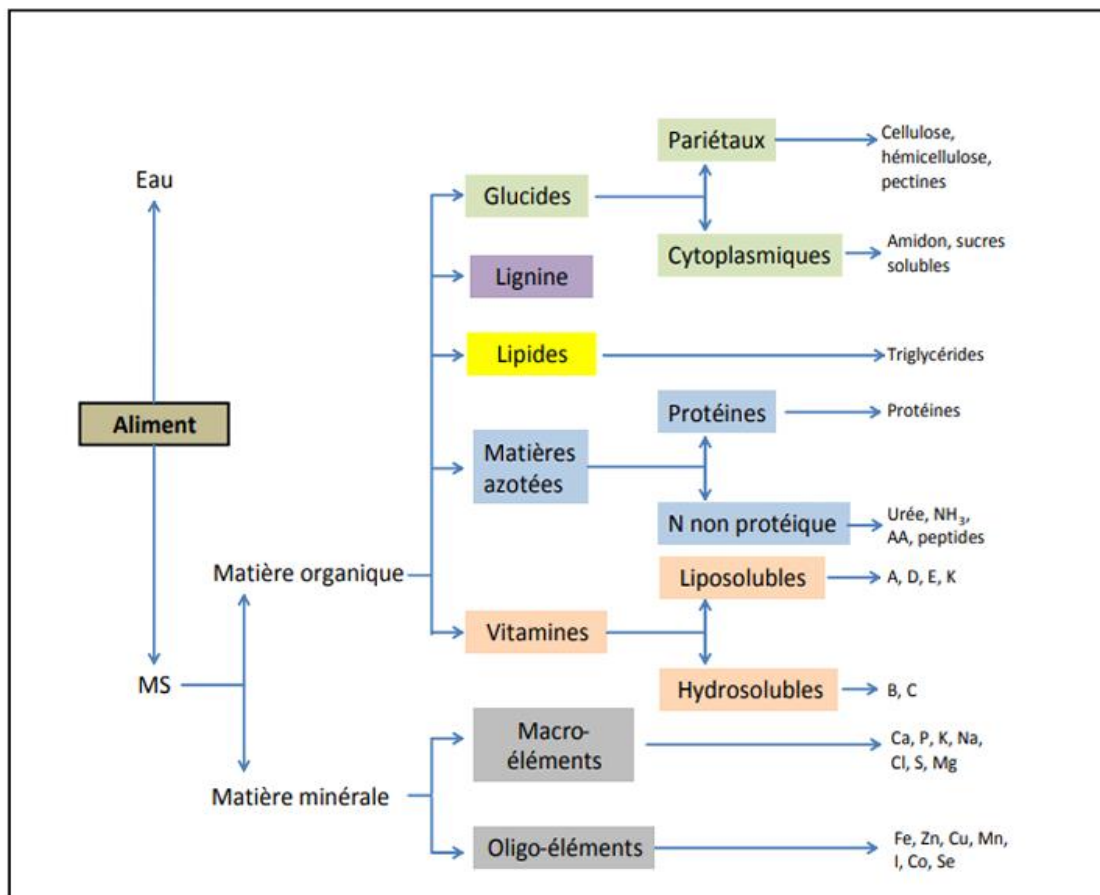


Figure 03 : Composition des aliments (Cuvelier et al., 2021).

Chapitre III : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

1. Facteurs liés aux conditions intrinsèques

1.1. Facteur génétique

Les facteurs génétiques agissent davantage sur la composition chimique du lait que sur la quantité produite. Le coefficient d'héritabilité des teneurs en matières grasses et en protéines varie de 0,45 à 0,70 ; alors que celui de la quantité de lait est de l'ordre de 0,25. Une sélection sur les taux est donc relativement efficace dans la limite de leur plage de variation. Elle est plus efficace sur le taux butyreux que sur le taux protéique. D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche au profit de celles ayant une production élevée. Le choix d'une race reposant sur un bilan économique global qui tient compte de la composition du lait, mais aussi des critères de fertilité ou de l'aptitude bouchère. Ainsi la race frisonne Pie noire conserve sur la Normande un net avantage économique (Kaouche, 2019).

1.2. Stade de lactation

C'est un facteur de variation majeur de la composition chimique du lait. Une corrélation positive existe entre la teneur en matières grasses du lait et le stade de lactation d'un troupeau. Cette liaison est considérée comme un processus de dilution en raison d'une baisse dans les quantités de lait produites. Dans un essai conduit par sur 107000 lactations de vaches Holstein, il a été observé que les teneurs du lait en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à celle de la quantité de lait sécrétée avec une différence entre les concentrations mensuelles minimales et maximales de matières grasses et de protéines en moyenne de 7 g/kg. C'est au cours de la période colostrale que l'évolution journalière de la composition du lait est la plus forte, en particulier pour les protéines. Cependant, ont signalé que ces matières protéiques du lait des vaches de type Holstein ont augmenté avec le stade de lactation et ceci en raison de leurs pics marqués (Kaouche, 2019).

1.3. Âgé

La production du lait est en corrélation avec l'âge. Elle augmente depuis la première part jusqu'au sixième, puis va en diminuant du septième au quatorzième. Toutefois, les jeunes vaches sont faibles laitières (**Larbalétrier, 2018**).

1.4. État sanitaire (les mammites chez les vaches)

D'une manière générale, les troubles sanitaires lorsqu'ils affectent la production laitière peuvent modifier indirectement la composition du lait. Lorsqu'il y a infection mammaire, les cellules de l'épithélium sécrétoire peuvent être altérées et détruites et la perméabilité vasculaire et tissulaire peut être augmentée. Ces deux phénomènes entraînent une diminution de la capacité de synthèse et un passage accru dans le lait d'éléments venant du sang (**Kaouche, 2019**).

1.5. Race

De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer l'effet des caractéristiques génétiques des animaux sur les caractéristiques du lait. La comparaison des deux races normandes à celui des vaches holsteins fait apparaître de grandes différences pour la plupart des variables, la race Normande produisant moins de lait que la Holstein, mais ayant des taux protéiques (+ 2 à + 2,5 ‰), butyreux (+ 2 à + 3 ‰) et calciques (+ 0,1 ‰) nettement plus élevés, des micelles de caséine plus petites et des tests technologiques très supérieurs (différence relative de - 26 % pour le temps de floculation, - 72 % pour le temps de raffermissement, + 20 % pour la fermeté du caillé).

Les différences de composition du lait entre races et régimes, essentiellement de taux protéique, se sont répercutées directement sur le rendement en fromage frais et affiné. Les rendements les plus élevés ont été obtenus avec les régimes à base de foin et d'herbe pâturée et avec les vaches montbéliardes. La baisse du taux protéique du lait liée au régime ensilage d'herbe et à la race Holstein s'est traduite par une réduction du rendement fromager.

La limite supérieure de la teneur en différents taux dans le lait de vache (TP et TB) est

déterminée par son potentiel génétique. C'est pour cela que l'on parle de races laitières, qui se distinguent par le volume et la composition du lait qu'elles produisent. Ce sont les Frisonnes qui produisent le plus grand volume de lait ; en moyenne 7890 kg par vêlage, mais c'est chez les vaches les moins productives que l'on trouve le lait le plus riche en corps gras (5%), alors que les Frisonnes fournissent un lait qui n'en contient que 3,61%.

On n'observe pratiquement pas d'influence significative de la race sur les proportions relatives des différentes caséines. Les vaches montbéliardes présentent cependant la plus forte proportion de caséines bêta et les Tarentaises la plus faible, en particulier juste après la mise à l'herbe (Mekhange, 2020).

1.6. Âge ou numéro de lactation

L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer. On considère souvent que le vieillissement des vaches entraîne un appauvrissement de leur lait. En fait, au cours des quatre premières lactations de 61 vaches, la composition du lait varie très peu. L'appauvrissement semble apparaître pour les lactations de rang élevé et ce d'autant plus que l'état de la mamelle aura été dégradé sous l'effet cumulé des mammites (Kaouche, 2019).

2. Facture liée aux conditions extrinsèques

2.1. Alimentation

Les facteurs alimentaires ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche récents. Ils représentent les facteurs les plus facilement mobilisables à court terme par l'éleveur pour agir sur la composition chimique du lait et l'amélioration des intervalles entre vêlages. Ainsi, la modification de la composition du lait et les différents facteurs alimentaires qui jouent un rôle majeur dans la variation de la qualité physico-chimique du lait, leurs effets se manifestent aussi bien à travers le type d'aliment distribué à l'animal que son mode de présentation et de distribution. En dehors de l'effet de la race des vaches laitières, ce sont les variables de maîtrise de l'alimentation qui permettent le mieux d'expliquer les variations de la composition

chimique du lait (nature des fourrages et niveau des apports nutritifs). L'alimentation est importante par son effet sur les propriétés nutritionnelles, notamment, les profils des acides gras du lait ainsi que pour les informations à fournir aux consommateurs sur la composition des produits laitiers. La composition en matière grasse du lait est plus modifiée par la quantité et composition des graisses alimentaires que tout autre composant alimentaire. La matière grasse et la matière protéique sont les deux composants les plus étudiés en termes de gestion et de revenus pour le producteur, d'orientation pour la recherche, de la génétique et l'alimentation animale (**Kaouche, 2019**).

En règle générale, pour un même stade de lactation, les taux butyreux et protéiques du lait ne varient pas entre des vaches de même race conduites au pâturage ou recevant une ration en bâtiment (**Soulat, 2021**).

2.1.1. Effet de l'apport énergétique

Il est très connu que l'apport énergétique dans la ration alimentaire conduit à une augmentation du taux protéique. L'augmentation d'apport énergétique se traduit par un accroissement notable du taux de protéines et de la production laitière. L'utilisation d'ensilage de maïs dans les rations permet de couvrir les besoins énergétiques et d'augmenter le taux protéique du lait. Sous la forme d'ensilage plante entière, cet aliment est favorable à la synthèse des matières grasses en raison des orientations fermentaires dans le rumen et la richesse des grains de maïs en lipides.

L'utilisation d'ensilage d'herbe en quantité importante avec des rations d'ensilage de maïs conduit à une augmentation des taux protéiques. L'utilisation de betterave contribue à des modifications fermentaires dans le rumen d'une part et d'autre part à un meilleur niveau d'apport énergétique pour la synthèse des protéines. L'introduction d'une part importante du concentré dans la ration entraîne une chute du taux butyreux et une amélioration de la production laitière et du taux protéique. En effet, l'apport de concentré au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une amélioration dans le taux protéique du lait de $-0,30$ g/kg et $+0,24$ g/kg respectivement. Cependant, l'utilisation de trèfle violet et de l'ensilage de maïs influence négativement les taux

butyreux et protéique par rapport à des taux obtenus à partir des rations constituées uniquement d'ensilage de maïs. Le taux protéique augmente d'une façon linéaire avec des apports énergétiques sauf si l'augmentation de ces apports est réalisée par l'ajout des matières grasses qui ont un effet dépressif. Le taux butyreux diminue avec des niveaux énergétiques élevés en raison de l'arrêt de la mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une augmentation du taux butyreux.

L'augmentation des apports énergétiques entraîne une hausse du taux protéique, mais la proportion de caséine n'est pas ou peu modifiée selon la nature des aliments distribués (Sassi, 2019).

2.1.2. Effet des apports azotés

L'augmentation de l'apport azoté dans la ration conduit à une augmentation de la production laitière et de la matière protéique. L'amélioration de l'apport azoté dans des troupeaux recevant des ensilages de maïs conduit à une augmentation de la production laitière et une amélioration du taux butyreux. Cependant, l'introduction de la luzerne déshydratée en substitution partielle de l'ensilage de maïs a fait augmenter la production de lait et de baisser le taux butyreux sans modifier le taux protéique. Par contre, l'introduction de la luzerne déshydratée dans la ration de vaches laitières alimentées avec de l'ensilage d'herbe et de l'ensilage de maïs complétés par du tourteau de soja a permis d'augmenter le taux protéique sans modification du taux de caséine. La production laitière n'a pas été modifiée et le taux butyreux du lait tend à se stabiliser.

L'augmentation de l'apport azoté était importante et s'est accompagnée d'une augmentation des quantités de MS ingérées par les animaux et donc des apports énergétiques. Ces modifications ont abouti à une augmentation de la quantité du lait produit, du taux protéique et aussi une augmentation de la fraction de caséine du lait. Les mêmes auteurs rapportent dans un autre essai que le complément protéique riche en lysine a amélioré légèrement le taux protéique, mais significativement la fraction de caséine.

Certaines vaches laitières expriment un besoin spécifique en acides aminés,

L'utilisation de tourteau de Colza, riche en acides aminés notamment la méthionine, conduit à une augmentation de la production laitière avec un maintien du taux protéique et la diminution du taux butyreux. Donc la nature des compléments azotés distribués aux animaux et la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier, jouent un rôle important dans l'augmentation du taux protéique (Sassi, 2019).

2.1.3. Effet des apports en matières grasses

Un supplément lipidique dans la ration diminue parfois le taux butyreux et le taux protéique du lait. Cet effet dépresseur est lié à la nature du supplément lipidique : l'effet est plus important avec les AGPI qu'avec les AGS, et avec les huiles qu'avec les graines oléagineuses. Les graines oléagineuses peuvent être ajoutées à la ration des animaux sous forme crue ou après traitement thermique. D'après le même auteur, les grains de lin sont très étudiés dans l'objectif d'enrichir le lait en acides gras n-3 (oméga 3).

L'utilisation des graines oléagineuses à raison de 2 à 5% améliore le taux butyreux de 1 à 2 g/kg du lait.

L'addition des lipides dans les rations entraîne le plus souvent des diminutions du taux protéique. Cette addition peut aussi diminuer la teneur en acides gras à courte et moyenne chaîne, et une augmentation de la teneur des acides gras à longue chaîne. L'effet négatif du supplément lipidique est la baisse du taux protéique du lait, qu'il s'agisse d'un apport sous forme de graines oléagineuses entières, ou broyées ou de sels calciques d'acides gras. L'explication pour ce phénomène réside dans le fait que la quantité d'acides aminés disponibles pour la synthèse des protéines au niveau de la mamelle est insuffisante pour faire face à l'augmentation de la production de lait provoquée par l'apport lipidique, d'où la baisse de la teneur en protéine du lait.

L'ajout aux rations de vaches laitières, des lipides des animaux aquatiques aboutissent à un accroissement sensible de la teneur du lait en acides gras polyinsaturés AGPI n-3. L'effet d'une supplémentation en algues se traduit par une diminution de l'ingestion, une augmentation des teneurs en C14 :0 (Acide tétradécanoïque) et en C16 :0 (Acide

palmitique), ainsi qu'une amélioration en AGPI (Sassi, 2019).

2.2. Saison et climat

La composition chimique du lait varie au cours de l'année. Une fois éliminés les effets du stade de lactation et de l'alimentation, les taux butyreux et protéique apparaissent les plus faibles en été et plus élevés en hiver. Ce phénomène a été aussi signalé dans l'étude menée dans la région médio-septentrionale d'Algérie sur les 144 échantillons de lait cru de petit mélange. Cet effet de dilution des matières est lié à la photopériode et aux modifications hormonales (prolactinémie notamment) qu'elle entraîne. La température ne semble pas avoir d'effet direct sur la production et la composition du lait dans la gamme (0 et 25°C). Les effets indirects de la température peuvent cependant être importants (augmentation des besoins en eau, effet sur la valeur alimentaire de l'herbe, ect...). Une forte augmentation des numérations cellulaires est fréquemment observée en période estivale. Les conditions estivales sont des indicateurs de situations d'infections subcliniques. Des niveaux élevés de bactéries dans le lait cru peuvent nuire à la qualité et la durée de conservation du lait même s'il est pasteurisé. Ont montré des charges moyennes en microorganismes inférieurs durant les mois les plus froids ou les plus secs (octobre-novembre-décembre-janvier et juin). Il a été constaté que les laits les plus contaminés étaient ceux collectés pendant les mois chauds de l'année (d'avril à la fin septembre) à l'arrivée au niveau des différents établissements laiteries, en étroite relation avec les pratiques d'hygiène depuis la ferme jusqu'à la livraison. En zone à Comté, ont indiqué que la flore varie qualitativement et quantitativement d'une saison à l'autre. Par exemple, les flores psychrotrophes, entérocoques, propioniques, et les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs sont à un niveau deux fois plus élevé en hiver qu'en été. Les auteurs expliquent ces variations par les pratiques d'élevages et notamment, l'utilisation du foin, la promiscuité (type de stabulation) et l'hygiène (propreté des sols, nature des revêtements) (Kaouche, 2019).

2.3. Effets des pratiques d'élevage

De nombreux éléments de la conduite du troupeau, tels que l'alimentation ou les pratiques de traite interviennent simultanément sur la composition en taux butyreux et protéique et sur la qualité hygiénique du lait. Cependant, l'étude des relations entre l'évolution des critères de qualité et l'ensemble des facteurs qui les influencent permet de définir des améliorations à apporter à la conduite d'élevage (**Kaouche, 2019**).

2.3.1. Pratiques hygiéniques

Le lait cru dans les cellules de la glande mammaire est stérile. Mais il constitue un écosystème pouvant abriter une importante diversité microbienne. Les trois principaux réservoirs potentiels en contact direct avec le lait sont les trayons de l'animal, la machine à traire et l'air ambiant du lieu de traite. Ces écosystèmes sont situés aux croisements des multiples influences environnementales et des flux microbiens présents dans les fermes et semblent donc être des facteurs majeurs de la qualité microbiologique des laits crus (**Kaouche, 2019**).

A. Pratiques de traite

Les pratiques hygiéniques notamment autour de la traite constituent un facteur principal de variation de la qualité de ce produit. Les pratiques d'hygiène mises en place lors de la préparation des animaux à la traite ont pour objectif de diminuer la charge microbienne présente en surface des trayons afin de réduire la contamination du lait par les germes indésirables. La composition microbienne d'un lait cru est souvent caractéristique de l'exploitation. Cette particularité est probablement liée en partie aux pratiques de traite réalisées dans chaque ferme. L'élimination des premiers jets est une opération qui permet, d'une part, d'éliminer le lait particulièrement riche en germes, se trouvant directement au-dessus du canal du trayon et dans la citerne du trayon, et d'autre part, de contrôler la qualité du lait, en vérifiant la présence de signes cliniques de mammite. La production laitière varie d'un jour à l'autre d'environ 5 à 6%, essentiellement en raison des conditions de traite. Pendant la traite, 10 à 20% du lait présent dans la mamelle ne peut pas être extrait (lait résiduel). Ce lait est très riche

en matières grasses, car les globules gras s'écoulent lentement dans les canaux. Le taux butyreux augmente ainsi constamment au cours de la traite (de 10 g/kg dans les premiers jets à 100 g/kg à l'égouttage). Les taux de protéines et de lactose varient très peu au cours de la traite. L'intervalle entre deux traites modifie la composition du lait et particulièrement le taux butyreux. Celui-ci est d'autant plus élevé à la traite du soir par rapport à celle du matin que l'intervalle entre les deux traites est plus court. Le taux protéique est cependant un peu plus élevé le soir que le matin. Plusieurs flores présentes dans les laits analysés aux pratiques de chaque ferme. Les *Pseudomonas* par exemple semblent être fortement liés au nettoyage de la machine à traire et les flores lactiques à l'animal ou à la ration. La persistance de certains génotypes issus de la même ferme tout au long de l'année renforce l'idée d'un lien entre la composition de la flore du lait cru et les pratiques appliquées selon ces mêmes auteurs. Une étude réalisée dans 16 fermes bovines de Franche-Comté a montré que la majorité des espèces bactériennes recensées dans le lait avait pour origine l'environnement de la salle de traite (air, nourriture utilisée pendant la traite, trayons) (**Kaouche, 2019**).

B. Propreté des animaux

La peau des trayons a été décrite comme étant le premier réservoir de diversité microbienne que peut être trouvée dans le lait pendant la traite. La propreté des animaux dans les élevages laitiers est indispensable pour assurer une production laitière hygiénique, une bonne qualité de peau et le bien-être de l'animal et par conséquent, une bonne thermorégulation. Les niveaux et la qualité de la flore microbienne présente en surface des trayons sont principalement associés aux conditions dans lesquelles évoluent les animaux. La variabilité de cette charge microbienne entre les animaux d'une même exploitation est également étudiée en prenant en compte la morphologie de la mamelle et des trayons (**Kaouche, 2019**).

C. Machine à traire

La majorité des matériaux en contact avec un fluide naturel peut rapidement être

recouverte de bactéries. C'est le cas des surfaces humides des équipements laitiers tels que la machine à traire. Le passage du lait dans la machine à traire contribue à son enrichissement en flores par les biofilms développés à sa surface. Donc, il convient de noter que ce type d'organisation en biofilms confère aux bactéries y participant des propriétés particulières et notamment une résistance plus grande aux traitements détergents et désinfectants. Particulièrement en cas de défauts d'entretien et /ou de lavage, les biofilms de la machine à traire peuvent être des sources de flores d'altération voire pathogènes (**Kaouche**, 2019).

Partie Expérimentale



Matériels et méthodes

1. Objectif du travail

L'objectif de notre recherche de fin d'études est l'étude de l'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache dans la région de Mostaganem-Algérie.

Le travail réalisé est basé sur un suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache dans cinq exploitations différentes dans la région de Mostaganem-Algérie.

2. Enquête

Toutes les exploitations adoptent un régime alimentaire différent les unes des autres, en plus leur dépendance à l'achat de nourriture auprès de différents fournisseurs.

Exploitation	1	2	3	4	5
Nom	Ferme expérimentale de hassi-mameche	Ferme Hadj Nani	Belharmi El-hadj	Kaddar Miloud	Kaddar Mansour
Wilaya	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem
Commune	Mazagran	Mameche	Mazagran	Ain tadles	Ain tedles
Village	Mameche	Douar djide	Mazagran	Sidi belatar	Sidi belatar
Exploitant (Sexe et Âge)	47M/ ans	M/39 ans	M/72 ans	M/56 ans	M/40 ans
Niveau	Universitaire	sans	Universitaire	Primaire	Secondaire
Date de création		2005	1996	1998	2003
Statut juridique	Ferme pilote	Privée	Privée	Privée	Privée
Autre activité de l'exploitant	Non	Boucherie	PDG de laitière	Non	Non
L'exploitation est orientée vers	Production Laitière	Bovins de l'engrais	Production Laitière	Production Laitière	Production Laitière
Nombre des ovins	20	100	0	50	0
Nombre des bovins	6	91	20	19	3
En gestation	1	0	20	0	0

En lactation	2	7	0	3	1
En tarissement	0	10	0	12	0
Totale des vaches	3	17	20	15	2
Totale des mâles	1	60	0	1	0
Nombre des veaux	2	14	0	3	1
Race	Prim'holstein (P.N)	Prim'holstein Et Montbéliard	Prim'holstein (P.N)	Prim'holstein Et Montbéliard	Prim'holstein
Les maladies	Non	Non	Non	Non	Non
Type de stabulation	Semi-entravée	Entravée	Entravée	Entravée	Entravée
Alimentation	Ensilage _ la paille _ Fourrages _ concentrés (VLB 17)	Orge _ le son _ Maïs _ le sel _ CMV	Ensilage _ Fourrages sec _ concentré	Fourrage _ la paille _ le son _ Concentré _ le sel	La paille _ concentrée _ VL _ Le son
Sources de l'eau	Conduite	Puits	Conduite	Conduite	Conduite
Abreuvement	à volonté / Individuels	à volonté/ collectif	à volonté/ collectif	à volonté/ collectif	à volonté/ collectif
Mode de traite	Mécanique	Manuel	Mécanique	Manuel	Manuel
Production laitière	25 L/J	10 L/J	20 L/J	15 L/J	10 L/J
Cuve de réfrigération du lait	Oui	Non	Cuve de 500 L	Non	Non
Les analyses du lait	Oui	Non	Oui	Non	Non
Point de vente	Groupe giplait	Non	La litière	Aux résidents de village	Non

Exploitation	6	7	8	9	10
Nom	Bourahla Ali	Bourahla Abderrahmane	Righi Hammou	Righi Touati	Ben youssa Adjel
Wilaya	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem
Commune	Mameche	Mameche	Ain tedles	Ain tedles	Ain tedles
Village	Ain sidi chrif	Ain sidi chrif	Sidi belatar	Sidi belatar	Sidi belatar
Exploitant (Sexe et Âge)	M/53 ans	M/57 ans	M/35 ans	M/54 ans	M/39 ans
Niveau	Secondaire	Secondaire	Primaire	Moyen	Moyen
Date de création	2005	1983	2008	2013	2018
Statutjuridique	Privée	Privée	Privée	Privée	Privée
Autre activité de l'exploitant	Exploitant agricole	Exploitant agricole	Non	Agents sécurité	Non
L'exploitation est orientée vers	Production Laitière	Production Laitière	Production Laitière	Production Laitière	Production Laitière
Nombre des ovins	0	4	5	8	10
Nombre des bovins	1	2	2	2	2
En gestation	1	0	1	0	0
En lactation	0	0	0	1	0
Entarissement	0	0	0	0	0
Total des vaches	1	2	1	1	1
Total des mâles	0	0	1	0	1
Nombre des veaux	0	0	0	1	0
Race	Prim'holstein	Prim'holstein	Race Locale	Race Locale	Race Locale
Les maladies	Non	Non	Non	Non	Non
Type de stabulation	Semi-entravée	Semi-entravée	Semi-entravée	Semi-entravée	Semi-entravée

Alimentation	Le son _ Fourrages vert	Le son _ Fourrage vert	Fourrages vert et sec	Fourrages vert et sec _ Le son	Fourrages vert
Sources de l'eau	Conduite	Conduite	Conduite	Conduite	Rivière
Abreuvement	12:00	à volonté/ collectif	à volonté/ collectif	à volonté/ collectif	à volonté /collectif
Mode de traite	Mécanique	Mécanique	Manuel	Manuel	Manuel
Production laitière	15 L/J	26 L/J	0 L/J	7 L/J	0 L/J
Cuve de réfrigération du lait	Non	Cuve de 100 L	Non	Non	Non
Les analyses du lait	Oui	Oui	Non	Non	Non
Point de vente	Groupe giplait	Sidi saada	Non	Non	Non

3. Lieu de l'expérimentation

Les analyses physico-chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire des sciences et technique de production animale de Hassi-Mameche.

Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau de laboratoire de physiologie animale appliquée de l'université de INÈS-MOSTAGANEM.

4. Présentation de la région d'étude (MOSTAGANEM)

La Wilaya de Mostaganem compte à fin 2021 une population de 922 405 Habitants avec une densité de 407 Hab./Km².

Elle est située à l'ouest de la capitale, et couvre une superficie de 2269 Km². Elle est limitée :

- A l'est par les Wilayate de Chlef et Relizane.
- Au sud par les Wilayate de Mascara et Relizane.
- À l'ouest par les Wilayate d'Oran et Mascara.
- Au nord par la mer Méditerranée.

Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 et 500 mm/Année (Ctdod, 2022).

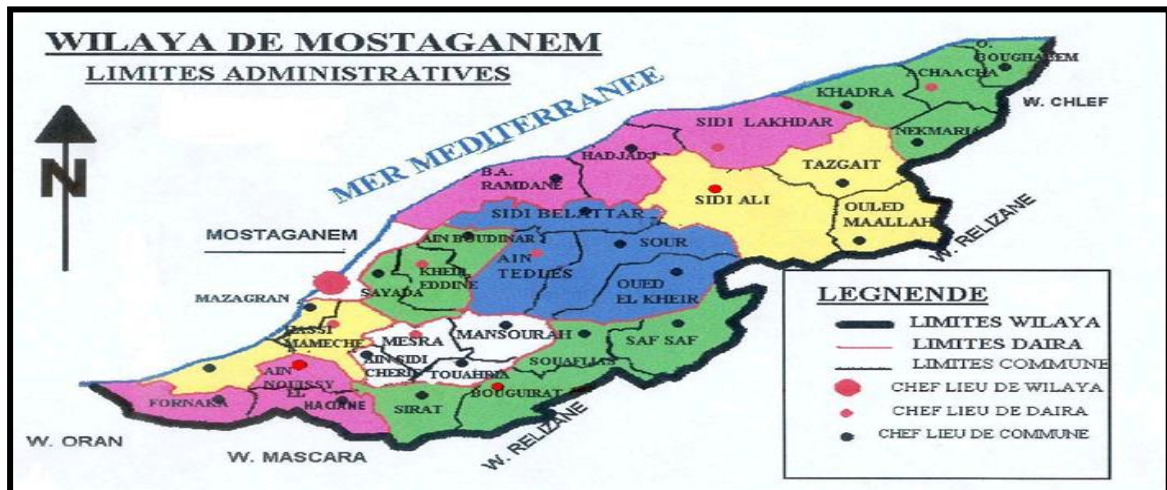


Figure 04. Wilayat de Mostaganem limites administratives (Ctdod, 2022).

5. Source des échantillons

Le tableau 02 présente les différentes zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Mostaganem :

Tableau 02. Différentes zones de prélèvement du lait.

Échantillon	Nom de la ferme	Adresse	Coordonnées géographiques
E 01	Ferme expérimentale de Hassi-Mameche	Hassi-Mameche Mazagrane	(35°53'01"N 0°04'49"E) 377 m
E 02	Ferme Hadj Nani	Douar djdid Hassi-Mameche	(35°52'40"N 0°05'38"E) 421 m
E 03	Ferme Belharmi EL-Hadj	Route D'oran N 11 Mazagrane	(35°54'23"N 0°03'59"E) 350 m
E 04	Ferme Kaddar Miloud	Douar Kddadra Sidi Belatar	(36°01'28"N 0°17'21"E) 112 m
E 05	Ferme Kaddar Mansour	Douar Kddadra Sidi Belatar	(36°01'25"N 0°17'19"E) 122 m

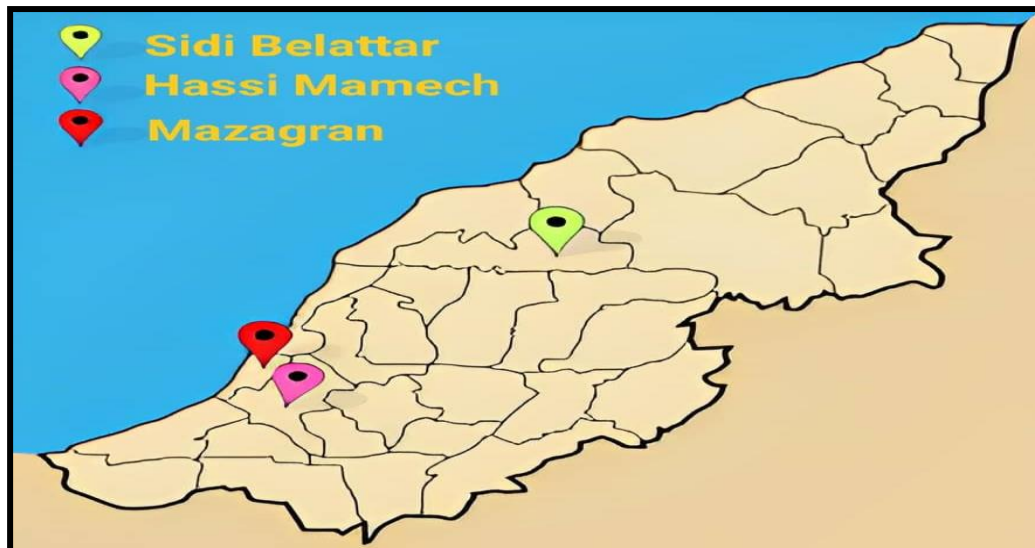


Figure 05. Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache.

6. Méthodes des analyses du lait

Les analyses sont effectuées, selon les techniques décrites par :

- Les normes algériennes (ministère du Commerce).
- Institute Pasteur d'Alger.
- Les normes de l'Organisation internationale de Standardisation (ISO).

7. Échantillonnages et prélèvement

La collecte du lait cru a été réalisée selon les règles d'hygiène et d'asepsie recommandées en microbiologie.

Avant le prélèvement, le lait de mélange est bien agité pour une bonne homogénéisation.

Le prélèvement pour les analyses a été effectué à partir du robinet des tanks réfrigérés, dans des flacons de 500 ml stériles bouchés. Ces derniers sont rapidement transportés au laboratoire dans des glacières réfrigérées, puis conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse.

L'étude porte sur les analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru, elle s'est déroulée, pendant la période du 24, 25 et 26 avril, et le 21, 22 et 23 mai 2023 au cours de laquelle (06) prélèvements pour les analyses physico-chimiques, et (01) pour

l'analyse microbiologique.

8. Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques réalisées par le LactoScan type (ULTRASONIC MILKANALYZER).

- **Principe**

Lactoscan c'est un analyseur de lait rapide et convivial utilisé pour la mesure des matières grasses, des solides non gras (SNF), des protéines, du lactose, des pourcentages de teneur en eau, de la température (°C), du pH, des solides, de la conductivité ainsi que de la densité d'un seul et même échantillon directement après la traite, lors de la collecte et pendant le traitement.

Ces analyses comportent : la Densité, pH, Température, Matière grasse, Protéine, Lactose, Sels minéraux et le Point de congélation.

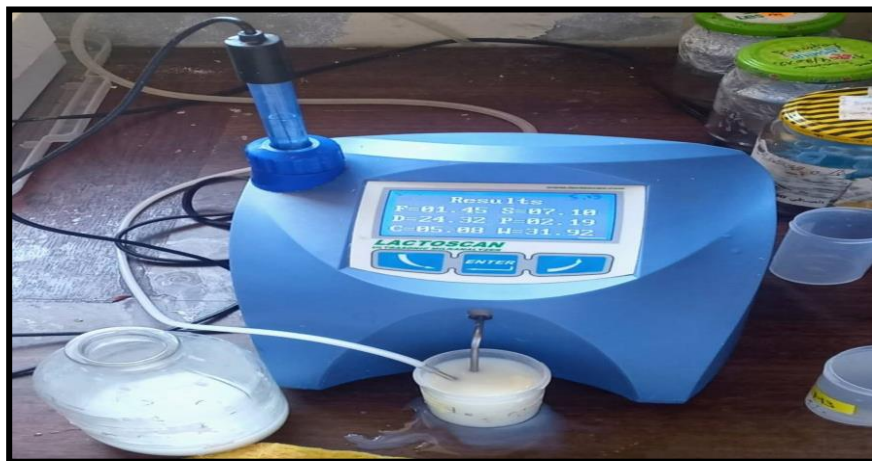


Figure 06. Photographie d'un Lactoscan type (ULTRASONIC MILKANALYZER).

9. Les analyses microbiologiques :

Les analyses effectuées dans cette étude sont basées sur les spécifications microbiologiques indiquées dans le Journal officiel de la République algérienne (J.O.R.A) N°39 correspondant au 02 juillet 2017.

Les analyses effectuées dans cette étude :

- Détermination de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).
- Recherche et dénombrement des coliformes (Totaux et Fécaux).

- Dénombrement de *Staphylococcus aureus*.
- Dénombrement de levures et moisissures.

- **Préparation des dilutions**

Une série de dilutions est préparée à partir de 1 ml de lait à analyser dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.09% à partir desquels des dilutions décimales sont effectuées jusqu'à 10^{-5} . 0,1 ml de chaque dilution est inoculé dans des milieux sélectifs pour chaque germe visé (Saidane et al., 2023).

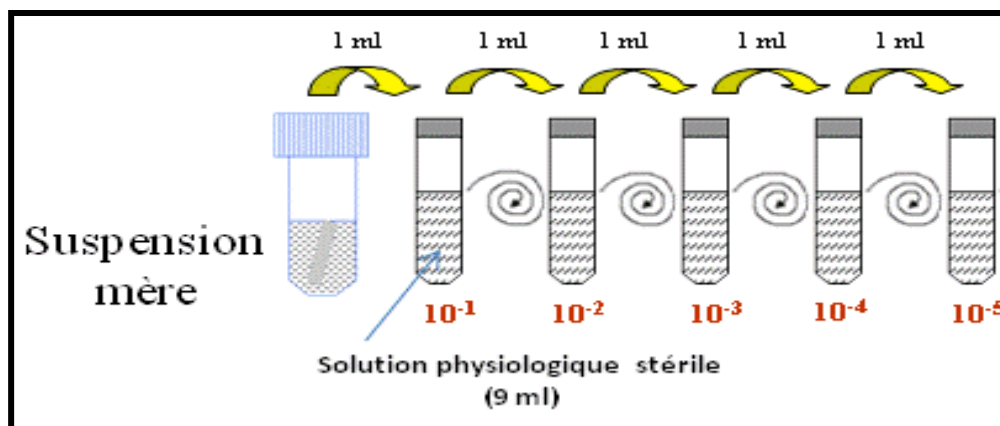


Figure 07. Préparation des dilutions décimales.

- **Lecture**

Les boîtes contenant plus de 250 colonies et moins de 25 colonies sont écartées.

Le calcul de nombre de microorganismes par millilitre du lait se fait selon la formule

suivante : $N = \sum c / (n1 + 0.1n2)d$

Ou : $\sum c$: somme totale des colonies comptées.

n1 : nombre des boîtes comptées dans la première dilution.

n2 : nombre des boîtes comptées dans la seconde dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

9.1. Détermination de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

➤ Principe

La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de Pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate count agar), après incubation à 30°C pendant 72H.

➤ Expression des résultats

La flore totale apparaît sous forme de colonies blanchâtres de tailles et de formes différentes.

9.2. Recherche et dénombrement des coliformes (totaux et fécaux)

➤ Principe

Les coliformes (totaux et fécaux) ont été recherchés et dénombrés sur un milieu VRBL (Gélose lactosée bilée au cristal violet et au rouge neutre).

Les coliformes totaux sont incubés à 37 °C pendant 24 heures, et à 44 °C pour les coliformes fécaux.

➤ Expression des résultats

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de formes lenticulaires, violettes avec un anneau rosâtre.

9.3. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

➤ Principe

On peut utiliser soit le milieu Baird Parker solide ou bien le milieu Chapman, il contient une forte teneur en NaCl (7,5%) et inhibe la croissance de nombreuses bactéries autres que les Micrococcus et Staphylococcus. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

➤ Expression des résultats

Les staphylococcus apparaissent sous forme de colonies bombées jaunes dorées et entourées d'un halo jaune résultant de la réduction de mannitol.

9.4. Levure et moisissures

➤ Principe

Dénombrement des levures et moisissures ont été faits sur milieu OGA (Gélose glucosée à l'oxytétracycline), après incubation à 25°C (24 h pour les levures, et 72H à 5 jours pour les moisissures).

➤ Expression des résultats

Les levures et moisissures apparaissent sous forme de colonies blanchâtres.

Analyses statistiques des résultats

Les résultats ont subi une comparaison de moyenne suivie d'une étude statistique par le logiciel Stabox 6.04.

Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques du lait

1.1. Densité

Résultats de la densité du lait dans cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 03 suivant :

Tableau 03. Résultats de la densité des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	1028,5±0,3 ^b	1032,7±2,816 ^a	1031,233±1,206 ^a	1032,633±1,097 ^a	1031,033±6,005 ^a
Mai	1028,7±1,039 ^b	1033±0,436 ^a	1032,6±1,206 ^a	1032,833±0,896 ^a	1033,067±1,25 ^a

N = 5

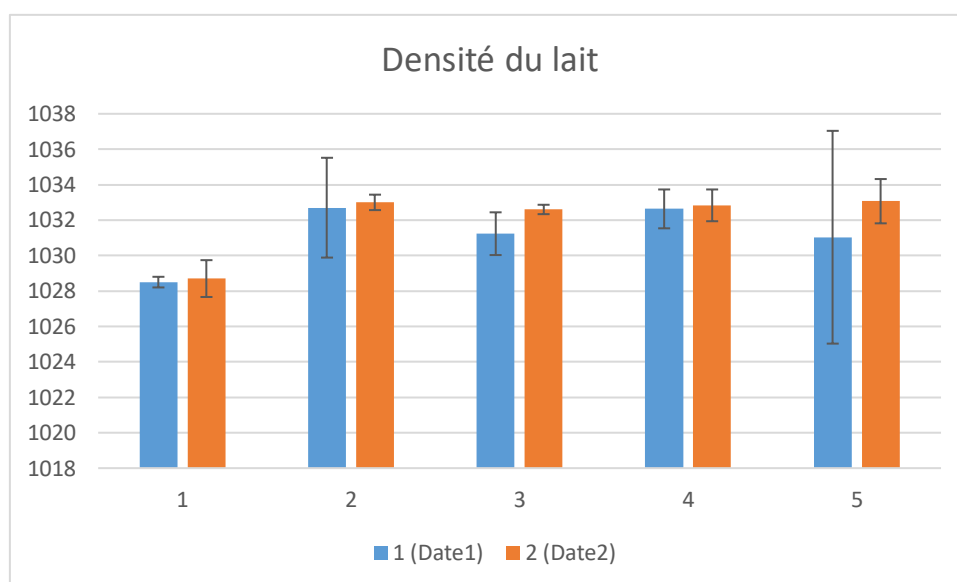


Figure 08. Variation de la densité des échantillons du lait de vache.

D'après les résultats obtenus, nous avons une série de mesures de la densité du lait dans cinq différentes zones, pour les mois d'avril et mai. Chaque mesure est exprimée sous la forme de la moyenne \pm l'écart-type.

En analysant les données, nous pouvons observer que la densité du lait varie légèrement d'une zone à l'autre.

En avril, la zone 02 présente la densité moyenne la plus élevée (1032,7±2,816a), suivie de près par les zones 04, 03 et 05 qui ont des densités moyennes légèrement

inférieures ($1032,633 \pm 1,097a$, $1031,233 \pm 1,206a$, $1031,033 \pm 6,005a$ respectivement). La zone 01 affiche la densité moyenne la plus basse ($1028,5 \pm 0,3b$). Cependant, les écarts-types sont relativement faibles, indiquant une certaine cohérence dans les résultats.

En mai, la zone 05 ayant la densité moyenne la plus élevée ($1033,067 \pm 1,25a$), suivie par les zones 02, 04 et 03 qui ont des densités légèrement inférieures ($1033 \pm 0,436a$, $1032,833 \pm 0,896a$, $1032,6 \pm 1,206a$ respectivement). La zone 01 présente toujours la densité la plus basse ($1028,7 \pm 1,039b$). Cela pourrait suggérer que les pratiques d'alimentation ou d'autres facteurs spécifiques à ces zones exercent une influence sur la densité du lait.

D'après les données fournies, il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les cinq systèmes alimentaires en termes de densité du lait. Toutes les densités se situent dans une plage relativement étroite, avec des variations négligeables entre les mois d'avril et mai.

1.2. pH

Résultats de pH dans cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Résultats de pH des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	$6,66 \pm 0,01^a$	$6,73 \pm 0,191^a$	$6,607 \pm 0,307^a$	$6,68 \pm 0,161^a$	$6,713 \pm 0,05^a$
Mai	$6,723 \pm 0,015^a$	$6,683 \pm 0,095^a$	$6,69 \pm 0,082^a$	$6,677 \pm 0,015^a$	$6,737 \pm 0,045^a$

N = 5

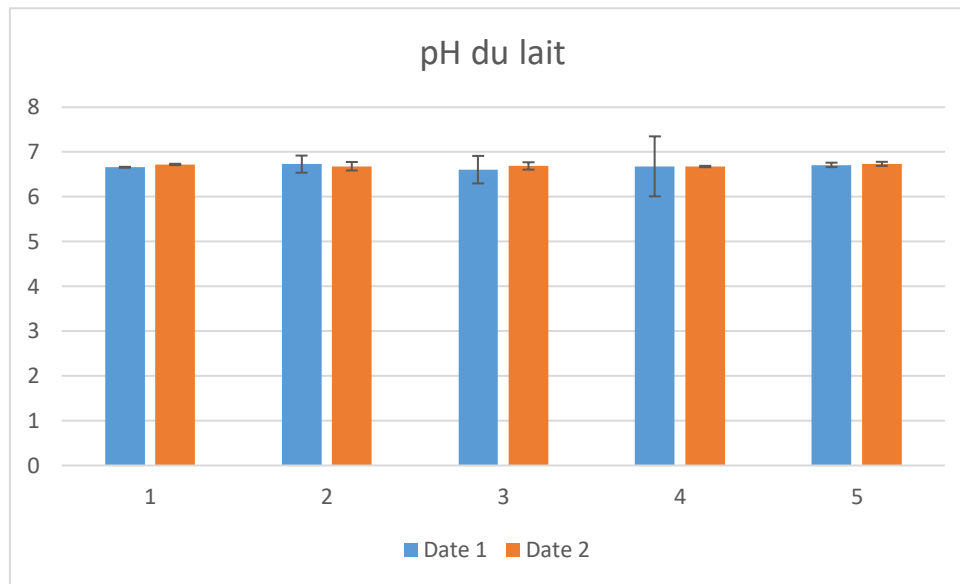


Figure 09. Variation du pH des échantillons du lait de vache.

Les résultats du tableau montrent les valeurs moyennes du pH du lait dans les cinq zones étudiées au cours du mois d'avril et du mois de mai. Les valeurs sont présentées sous la forme de moyenne \pm l'écart-type. Les lettres "a" associées aux valeurs indiquent que les moyennes correspondantes sont statistiquement similaires dans chaque zone.

En avril, les valeurs moyennes de pH du lait varient légèrement d'une zone à l'autre. La zone 02 présente le pH le plus élevée ($6,73 \pm 0,91a$) suivie par les zones 05, 04 et 01 qui ont des pH légèrement inférieures ($6,713 \pm 0,05a$, $6,68 \pm 0,161a$, $6,66 \pm 0,01a$ respectivement), la zone 03 affiche le pH le plus bas ($6,607 \pm 0,307a$). Cependant, ces différences sont minimales et toutes les zones semblent présenter un pH du lait relativement stable.

En mai, les valeurs moyennes de pH du lait sont également similaires entre les zones. La zone 05 présente le pH le plus élevé ($6,737 \pm 0,045a$) suivie par les zones 01, 03 et 02 ($6,723 \pm 0,015a$, $6,69 \pm 0,082a$ et $6,683 \pm 0,095a$). La zone 04 affiche le pH le plus bas ($6,677 \pm 0,015a$). Comme pour le mois d'avril, les différences entre les zones restent faibles.

Ces résultats indiquent que, dans les échantillons étudiés, il n'a pas de variations significatives du pH du lait entre les différentes zones.

1.3. Température

Résultats de la température dans les cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 05 :

Tableau 05. Résultats de la température des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	23,567±1,457 ^a	17,967±2,318 ^b	18,767±2,303 ^b	19,6±2,261 ^{ab}	19,367±1,877 ^{ab}
Mai	23±4,521 ^a	14,5±1,836 ^b	15,833±3,007 ^b	19±5,859 ^{ab}	18,267±4,067 ^{ab}

N = 5

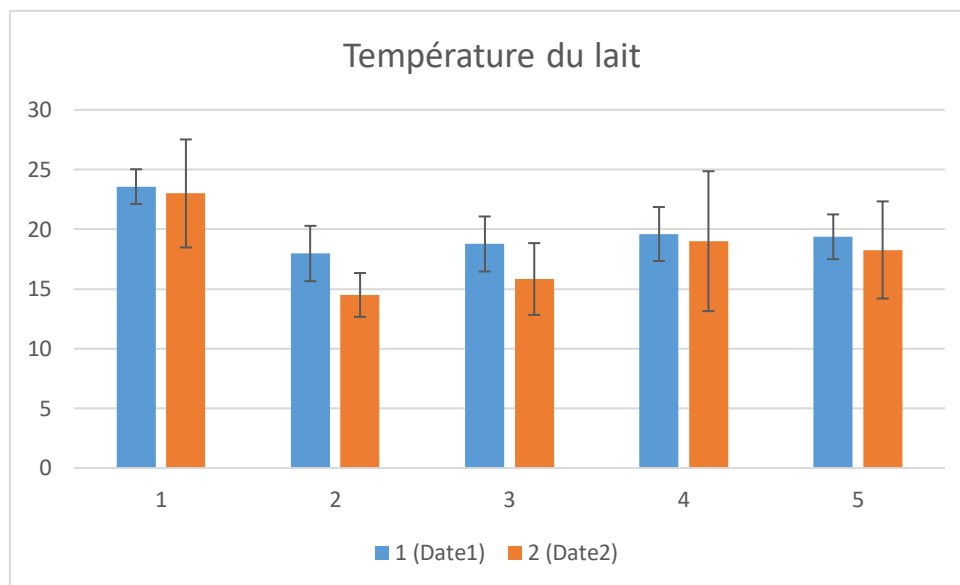


Figure 10. Variation de la température des échantillons du lait de vache (°C).

Les résultats de votre tableau montrent les mesures de température du lait dans cinq différentes zones pour les mois d'avril et mai. Les chiffres présentés représentent la moyenne des températures avec leurs écarts-types.

En avril, les températures les plus élevées ont été enregistrées dans la Zone 01 (23,567 ± 1,457), suivie par les zone 04, 05 et 03 (19,6 ± 2,261^{ab}, 19,367 ± 1,877^{ab} et 18,767 ± 2,303^b), la zone 02 affiche la température la plus basse (17,967 ± 2,31^b).

En mai, les températures ont montré une certaine variation. La Zone 01 (23 ± 4,521) a

enregistré la température la plus élevée, suivie par les zones 04, 05 et 03 ($19 \pm 5,859ab$, $18,267 \pm 4,067ab$ et $15,833 \pm 3,007b$), et la Zone 02 affiche la température la plus basse ($14,5 \pm 1,836b$).

Ces résultats suggèrent qu'il existe des différences de température du lait entre les différentes zones étudiées.

1.4. Matière grasse

Les résultats de la teneur en matière grasse dans les cinq zones de prélèvement du lait présenté dans le tableau 06 :

Tableau 06. Résultats de matière grasse des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	$26,033 \pm 0,751^a$	$21,233 \pm 8,069^a$	$40,7 \pm 13,692^a$	$32,2 \pm 23,212^a$	$26,867 \pm 11,178^a$
Mai	$29,1 \pm 1,819^a$	$61,7 \pm 1,732^a$	$33,8 \pm 1,664^a$	$36,633 \pm 19,718^a$	$35,4 \pm 20,901^a$

N = 5

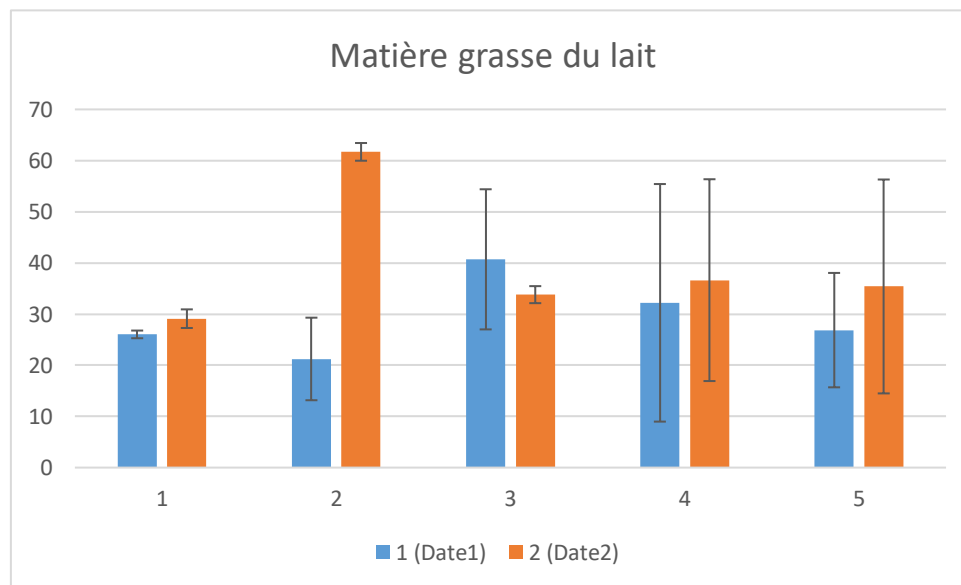


Figure 11. Variation de la teneur en matière grasse des échantillons du lait de vache (g/L).

Les résultats présentés dans le tableau montrent les niveaux de matière grasse dans le

lait pour cinq différentes zones aux mois d'avril et mai. Les chiffres indiqués sont les moyennes écarts-types.

En avril, la Zone 03 présente le niveau le plus élevé de matière grasse ($40,7 \pm 13,692a$), suivie par les zones 04, 05 et 01 ($32,2 \pm 23,212a$, $26,867 \pm 11,178a$ et $26,033 \pm 0,752a$), tandis que la Zone 02 affiche le niveau le plus bas ($21,233 \pm 8,069a$).

En mai, la Zone 02 montre une augmentation significative de la matière grasse ($61,7 \pm 1,732$), dépassant toutes les autres zones, suivie par les zones 04, 05 et 03 ($36,633 \pm 19,718a$, $35,4 \pm 20,901a$ et $33,8 \pm 1,664a$), la zone 01 affiche le niveau de matière grasse le plus bas ($29,1 \pm 1,819a$).

Ces variations de matières grasses du lait entre les zones pourraient être attribuées à des différences dans l'alimentation des vaches laitières ou d'autres facteurs environnementaux.

1.5. Protéine

Résultats des concentrations des protéines dans cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 07 :

Tableau 07. Résultats de protéine des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	$27 \pm 0,361^b$	$29,533 \pm 2,838^a$	$31,467 \pm 3,101^{ab}$	$31,233 \pm 3,102^{ab}$	$29,167 \pm 6,473^{ab}$
Mai	$27,633 \pm 1,041^b$	$36,233 \pm 0,635^a$	$31,5 \pm 0,4^{ab}$	$32,033 \pm 2,173^{ab}$	$32,133 \pm 2,055^{ab}$

N = 5

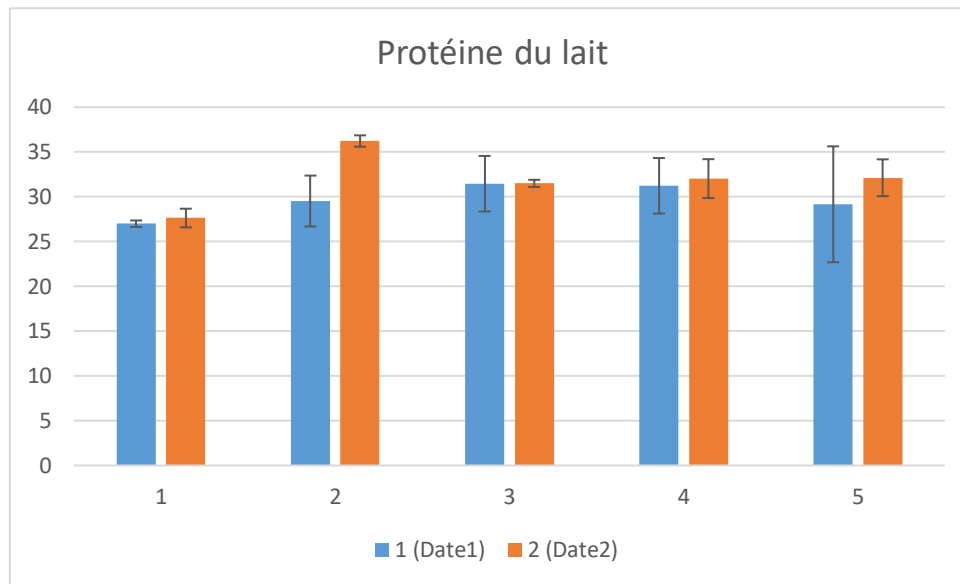


Figure 12. Variation des concentrations des protéines dans les échantillons du lait de vache (g/l).

Les résultats présentent les concentrations de protéines du lait dans cinq zones différentes pour les mois d'avril et de mai. Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type. Les lettres (a, b) indiquent les différences significatives entre les zones, avec des lettres identiques indiquant des valeurs similaires.

D'après les résultats, il apparaît que la concentration de protéines du lait varie entre les différentes zones et les mois considérés. En avril, la Zone 03 présente la concentration de protéines la plus élevée ($31,467 \pm 1,101ab$), suivie de près par les Zones 04, 02 et 05 ($31,233 \pm 3,102ab$, $29,533 \pm 2,838a$ et $29,167 \pm 6,473ab$). La zone 01 affiche la concentration la plus faible ($27 \pm 0,361b$). En mai, la Zone 02 affiche la concentration de protéines la plus élevée ($36,233 \pm 0,635a$), suivie par les zones 05, 04 et 03 ($32,133 \pm 2,055ab$, $32,033 \pm 2,173ab$ et $31,5 \pm 0,4ab$). tandis que la zone 01 affiche le niveau de protéine le plus bas ($27,633 \pm 1,041b$).

Ces variations pourraient être attribuées aux différences dans l'alimentation des vaches laitières dans chaque zone. D'autres facteurs tels que les pratiques d'élevage, les conditions environnementales et les caractéristiques génétiques des animaux pourraient également influencer les niveaux de protéines du lait. Ces résultats indiquent des

variations dans la teneur en protéines du lait en fonction des différents systèmes d'alimentation.

1.6. Lactose

Les résultats des concentrations de lactose dans les cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 08 :

Tableau 08. Résultats de lactose des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	41,133±0,635 ^a	43,4±5,22 ^a	50,1±6,974 ^a	48,033±9,089 ^a	44,267±11,015 ^a
Mai	42,633±1,604 ^b	60,567±1,159 ^b	48,767±0,833 ^b	50,067±7,145 ^b	49,933±7,229 ^b

N = 5

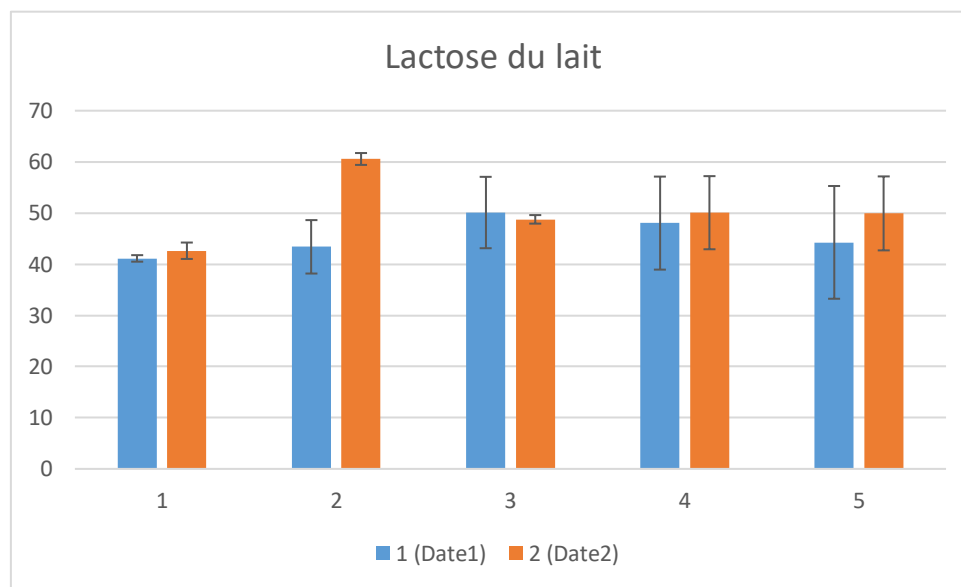


Figure 13. Variation des concentrations de lactose dans les échantillons du lait de vache (g/l).

Les résultats présentés dans le tableau concernent les niveaux de lactose dans le lait, mesurés dans cinq différentes zones pour les mois d'avril et de mai. Les chiffres sont exprimés sous la forme de moyenne ± écart-type.

En avril, on observe une légère variation des niveaux de lactose entre les différentes

zones, la Zone 03 présente la concentration de lactose la plus élevée ($50,1 \pm 6,9741$), suivie de près par les Zones 04, 05 et 02 ($48,033 \pm 9,089a$, $44,267 \pm 11,015a$ et $43,4 \pm 5,22a$), la zone 01 affiche la concentration de Lactose la plus faible ($41,133 \pm 0,635a$). Cependant, ces variations ne sont pas statistiquement significatives.

En mai, les niveaux de lactose présentent également des variations entre les zones, mais cette fois-ci, les différences sont plus prononcées. La Zone 02 présente la concentration de lactose la plus élevée ($60,567 \pm 1,159b$), suivie de près par les Zones 04, 05 et 03 ($50,067 \pm 7,145b$, $49,933 \pm 7,229b$ et $48,767 \pm 0,8333b$), la zone 01 affiche la concentration de Lactose la plus faible ($42,633 \pm 1,604b$), indiquant une grande variabilité. Les lettres "b" indiquent que les différences observées sont statistiquement significatives entre les zones.

Ces résultats suggèrent que l'alimentation des animaux dans les différentes zones peut influencer les niveaux de lactose dans le lait.

1.7. Sels minéraux

Les résultats des teneurs en sels minéraux dans les cinq zones de prélèvement du lait présente dans le tableau 09 suivent :

Tableau 09. Résultats de sels minéraux des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	$5.93 \pm 1,172^b$	$6.63 \pm 3,082^a$	$6.93 \pm 3,358^a$	$5.8 \pm 2,152^a$	$7.26 \pm 4,47^a$
Mai	$6.13 \pm 3,245^b$	$8.9 \pm 2,065^a$	$7.03 \pm 1,301^a$	$7.26 \pm 2,016^a$	$7.2 \pm 3,677^a$

N = 5

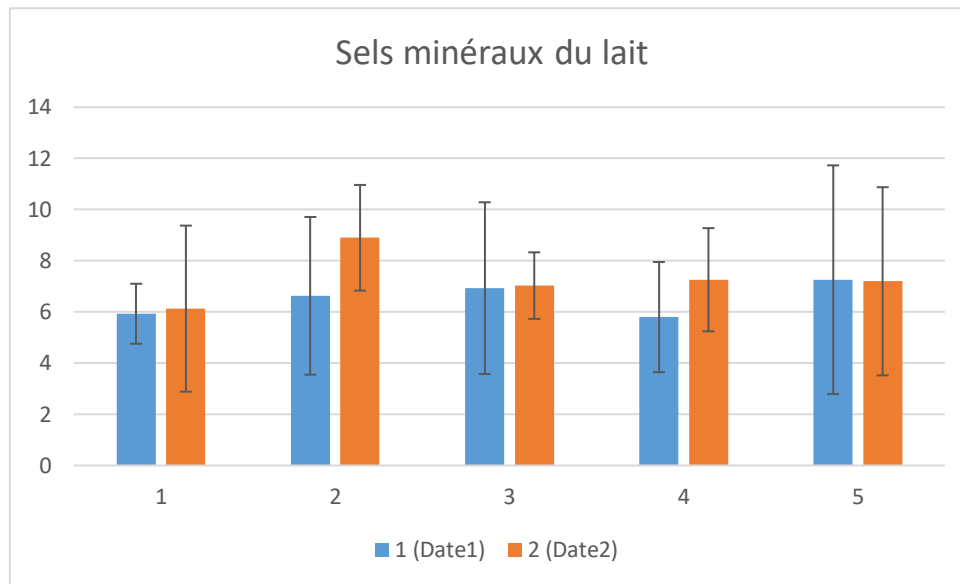


Figure 14. Variation des teneurs en sels minéraux des échantillons de lait de vache (g/l).

Les résultats du tableau indiquent les concentrations de sels minéraux dans le lait pour les cinq zones aux mois d'avril et de mai. En avril, la Zone 05 présente la concentration de sels minéraux la plus élevée ($7,26 \pm 4,47a$), suivie de près par les Zones 03, 02 et 01 ($6,93 \pm 3,358a$, $6,63 \pm 3,082a$ et $5,93 \pm 1,172a$), la zone 04 affiche la concentration en sels minéraux la plus faible ($5,8 \pm 1,152b$). En mai, la Zone 02 présente la concentration de sels minéraux la plus élevée ($8,9 \pm 2,065a$), suivie de près par les Zones 04, 05 et 03 ($7,26 \pm 2,016a$, $7,2 \pm 3,677a$ et $7,03 \pm 1,301a$), la zone 01 affiche la concentration de sels minéraux la plus faible ($6,13 \pm 3,245b$). Ces résultats suggèrent des variations dans les niveaux de sels minéraux du lait entre les différentes zones géographiques étudiées. Les différences observées pourraient être attribuées à des facteurs tels que l'alimentation des animaux ou les conditions environnementales spécifiques à chaque zone.

1.8. Point de congélation

Les résultats de point de congélation dans les cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 10 :

Tableau 10. Résultats de point de congélation des échantillons du lait de vache.

	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05
Avril	-0,472±0,008 ^a	-0,5±0,07 ^a	-0,599±0,105 ^a	-0,567±0,129 ^a	-0,515±0,143 ^a
Mai	-0,492±0,022 ^b	-0,752±0,018 ^b	-0,573±0,011 ^b	-0,595±0,106 ^b	-0,592±0,108 ^b

N = 5

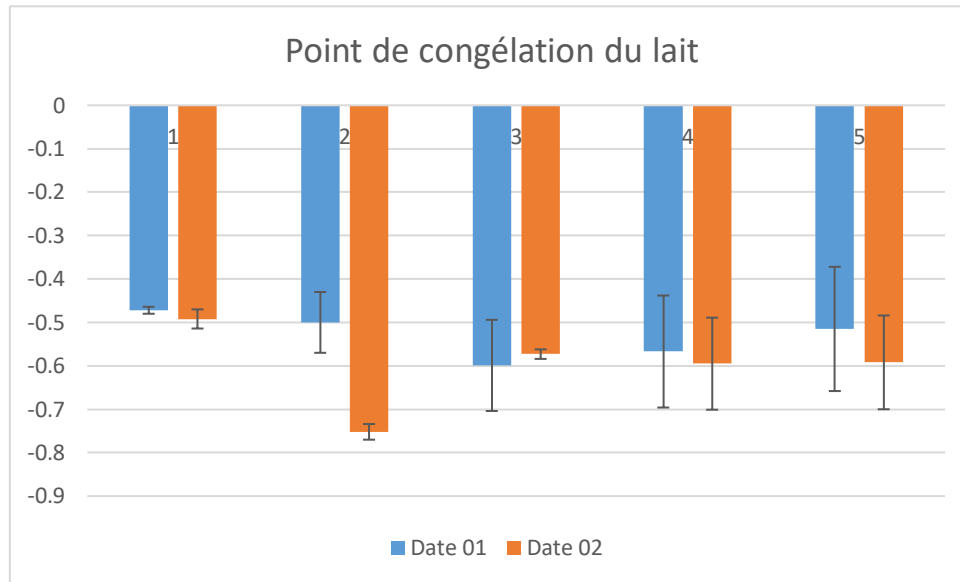


Figure 15. Variation du point de congélation des échantillons du lait de vache (g/l).

Les résultats présentés dans le tableau concernent le point de congélation du lait dans cinq zones étudiées, pour le mois d'avril et de mai. Les valeurs sont exprimées sous la forme de moyenne \pm écart-type.

En avril, la zone 01 a enregistré une valeur de $(-0,472 \pm 0,008^a)$, la zone 02 une valeur de $(-0,5 \pm 0,07^a)$, la zone 03 une valeur de $(-0,599 \pm 0,105^a)$, la zone 04 une valeur de $(-0,567 \pm 0,129^a)$, et la zone 05 une valeur de $(-0,515 \pm 0,143^a)$.

En mai, les valeurs ont légèrement changé. La zone 01 a enregistré une valeur de $(-0,492 \pm 0,022^b)$, la zone 02 une valeur de $(-0,752 \pm 0,018^b)$, la zone 03 une valeur de $(-0,573 \pm 0,011^b)$, la zone 04 une valeur de $(-0,595 \pm 0,106^b)$, et la zone 05 une valeur de $(-0,592 \pm 0,108^b)$. Ces résultats suggèrent que les différentes zones présentent des variations dans le point de congélation du lait.

2. Résultats des analyses microbiologique du lait

Les résultats des analyses microbiologiques du lait dans les cinq zones de prélèvement du lait sont présentés dans le tableau 11 :

Tableau 11. Résultats des analyses microbiologie du lait de vache.

Echantillons	Flore totale mésophile aérobie (FMAT)	Recherche des <i>staphylococcus aureus</i>	Levure et moisissures	Dénombrement des coliformes totaux	Dénombrement des coliformes fécaux
E 01	30,5.10 ⁵	Abs	12,5.10 ²	90,5.10 ⁴	18,1.10 ³
E 02	22.10 ⁵	Abs	20.10 ³	115.10 ⁴	50,8.10 ⁴
E 03	90.10 ⁵	Abs	26,6.10 ³	58,3.10 ³	48,3.10 ³
E 04	9,2.10 ⁵	35,4.10 ³	72,5.10 ⁴	91,6.10 ⁴	16,5.10 ³
E 05	15.10 ⁵	11.10 ⁴	41,6.10 ³	21,6.10 ⁴	4.10 ⁴
Normes (J.O.R.A, 2017)	10 ⁵	Abs	10 ³	10 ³	10 ³

N = 5

2.1. Dénombrement de la flore totale mésophile aérobie (FMAT)

Les laits crus examinés contiennent une charge microbienne importante. D’après les résultats obtenus durant la période expérimentale, il ressort que la flore totale présente dans les différents échantillons de lait analysés est plus élevée dans la zone 03 (90.10⁵ UFC/ml) suivie par les zones 01,02 et 05 (30,5.10⁵ UFC/ml, 22.10⁵ UFC/ml et 15.10⁵ UFC/ml respectivement), et la zone 04 a enregistré une charge de la flore totale la plus basse (9,2.10⁵ UFC/ml).



Figure 16. Dénombrement de la FTAM du lait de vache sur le milieu PCA.

2.2. Dénombrement des *staphylococcus aureus*

D'après les résultats obtenus, on constate une absence marquée du *Staphylococcus aureus* dans la totalité échantillons du lait analysés sauf dans les deux zones (4 et 5) avec un nombre de ($35,4 \cdot 10^3$ et $11 \cdot 10^4$ UFC/ml respectivement).

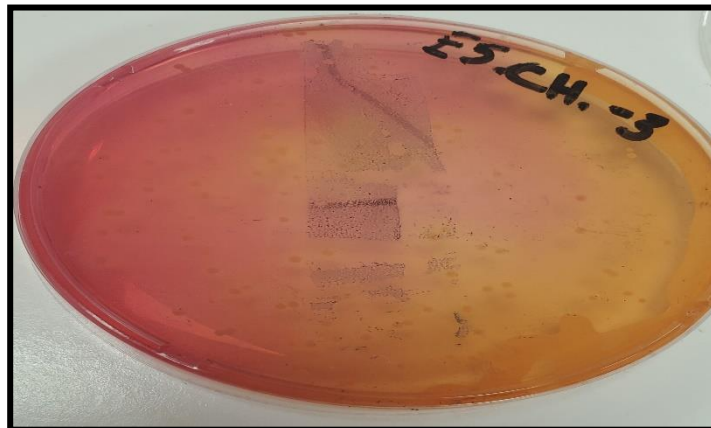


Figure 17. Recherche des *staphylococcus aureus* du lait de vache sur milieu Chapman.

2.3. Dénombrement des Levures et moisissures

Les laits crus examinés contiennent une charge de levures et moisissures comprise entre ($12,5 \cdot 10^2$ et $72,5 \cdot 10^4$ UFC/ml).

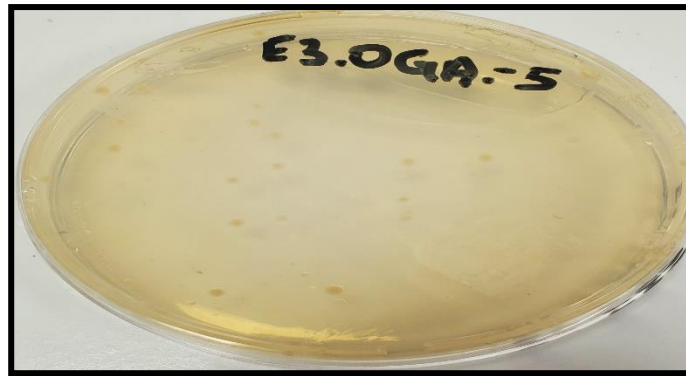


Figure 18. Dénombrement de levure et moisissure du lait de vache sur milieu OGA.

2.4. Dénombrement des Coliformes totaux

Le nombre de coliformes totaux enregistré est compris entre ($58,3.10^3$ et 115.10^4 UFC/ml). Ces résultats indiquent une grande disparité entre les différents échantillons de lait analysés, confirmant ainsi une forte hétérogénéité.

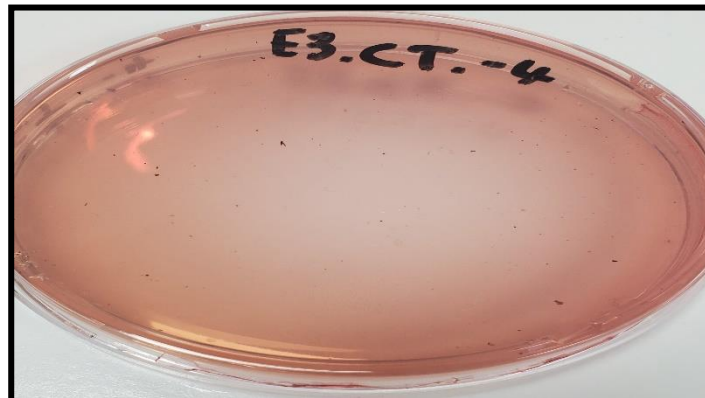


Figure 19. Dénombrement des coliformes totaux du lait de vache sur milieu VRBL.

2.5. Dénombrement des Coliformes fécaux

D'après les résultats obtenus les coliformes fécaux ont enregistré une charge bactérienne comprise entre ($50,8.10^4$ et $16,5.10^3$ UFC/ml).



Figure 20. Dénombrement des coliformes fécaux du lait de vache sur milieu VRBL.

3. Discussion

3.1. Analyses physico-chimique

Les valeurs de densité du lait sont comprises entre (1,028 - 1,033) ces résultats sont similaires à celles montrées par (**Maiwore et al., 2018**). Les valeurs moyennes de la densité obtenues dans les cinq échantillons analysés dans les deux périodes d'étude (avril et mai) sont conformes aux normes, sauf pour le cinquième échantillon, qui a légèrement dépassé les normes dans le mois de mai. La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (**Saidane et al., 2023**).

Tous les échantillons analysés présentent un pH dans l'intervalle de conformité durant les mois d'avril et mai (6,6 - 6,8). Selon (**Maiwore et al., 2018**), le pH dépend de l'état sanitaire des vaches et il n'est pas une valeur constante et peut varier en fonction du stade de lactation et de l'alimentation de l'animal. Lorsque le pH est inférieur à la norme, cela indique une acidification du lait, qui peut être causée par un mauvais stockage (**Diao, 2000**). Selon **Luquet, (1985)** et **Thapon, (2005)**, le lait normal présente un pH légèrement acide. Cette acidité est attribuée à la présence naturelle des caséines, ainsi qu'aux groupements phosphates et citrates présents dans le lait cru.

Selon (**Saidane et al., 2023**), à la sortie de la mamelle, le lait affichait une température de 37°C. Les résultats des températures enregistrées immédiatement après les analyses

du lait dans les cinq échantillons sont nettement inférieures dans les mois d'avril et mai, cette baisse de température s'explique par la réfrigération des échantillons pour faire les analyses.

La moyenne de matière grasse est comprise entre (34-36 g/l). Les valeurs moyennes de matière grasse obtenues dans les deux périodes d'étude (avril et mai) sont non conformes aux normes, sauf l'échantillon 05 qui est conforme. La matière grasse varie suivant la race, le stade de lactation, la saison et l'alimentation (**Matallah et al.**, 2017). Nous avons concentré spécifiquement sur l'échantillon 02 prélevé au mois de mai. Nous avons constaté que l'alimentation des vaches (Orge, le son, maïs, le sel, CMV), avait un effet significatif sur la composition du lait, notamment sa teneur en matières grasses où atteint une moyenne de (61,7g/l). Les vaches nourries avec un régime spécifique ont produit un lait avec une teneur en matières grasses plus élevée par rapport à celles qui ont suivi un régime alimentaire différent.

Les valeurs moyennes des protéines obtenues dans les deux périodes d'étude (avril et mai) de tous les échantillons testés sont non conformes aux normes. Sauf la zone (02) la concentration de protéine elle est convergente avec une moyenne de (36,23 g/l), Cette exploitation adoptait un régime alimentaire représenté par (Orge, le son, maïs, le sel, CMV), les autres régimes alimentaires donnent une concentration de protéines inférieure.

Selon (**Debouz et al.**, 2014), la valeur de protéines est de (35 g /l), La concentration des protéines laitières varie selon la saison, le stade de lactation et le nombre de mises en bas.

Le lactose est le principal sucre présent dans le lait, c'est le substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques (**Matallah et al.**, 2017). La concentration du lactose était dans l'intervalle normal pour un lait cru soit (40-50g/l) (**Matallah et al.**, 2017). La concentration du lactose dans les échantillons du lait cru dans la période d'avril sont conforme aux normes. Pour la période de mai les résultats aussi sont conformes aux normes sauf l'échantillon (02) qui a une concentration de lactose plus élevée avec une moyenne de (60,56g/l). Le régime alimentaire des vaches (Orge, le son, maïs, le sel, CMV), avait un effet significatif sur la composition du lait, notamment pour la

concentration de lactose. Par rapport aux autres régimes alimentaires des autres exploitations.

Le taux de sels minéraux du lait varie dans une large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire (**Saidane et al.**, 2023). Selon (**Debouz et al.**, 2014), la valeur de sels minéraux est de 7,2g/l, les valeurs moyennes des sels minéraux obtenues dans les deux périodes d'étude (avril et mai) sont non conformes aux normes sauf pour l'échantillon (05) qui a présenté une concentration en sels minéraux conforme aux normes dans le mois d'avril. Pour l'échantillon 02 prélevé au mois de mai, nous avons constaté que l'alimentation des vaches (Orge, le son, maïs, le sel, CMV), avait un effet significatif sur la composition du lait, notamment sa teneur en sels minéraux qui atteint une moyenne de (8,9g/l). Par rapport aux autres régimes alimentaires.

Le point de congélation prend une moyenne d'environ -0.55° C (**Debouz et al.**, 2014), la Variation du point de congélation des échantillons du lait de vache dans les deux périodes est non conforme aux normes.

3.2. Analyses microbiologiques

La flore aérobie mésophile totale nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait, elle est considérée comme le facteur déterminant de la durée de conservation du lait frais (**Saidane et al.**, 2023). Selon (**J.O.R.A**) correspondant au 2017 la charge de la flore mésophile totale est de 10^5 UFC/ml. Le nombre de la flore total dans tous les échantillons analysés répond aux normes.

Cela indique une bonne qualité hygiénique du lait de vache dans les cinq exploitations. Selon une étude menée par **Saidane et al.**, (2023), *Staphylococcus aureus* est reconnu comme l'agent responsable des mammites cliniques et subcliniques chez les bovins. En examinant les résultats obtenus, nous avons observé une absence de *Staphylococcus aureus* dans les échantillons (01, 02 et 03). Cependant, dans les échantillons (02 et 03), la présence de cette bactérie a été détectée, ce qui indique la présence de mammites chez ces vaches.

La présence de coliformes fécaux indique la plus souvent une contamination exogène d'origine fécale (**Saidane et al.**, 2023). Les échantillons (01, 02 et 03) respectent les

normes algériennes en ce qui concerne la charge des Coliformes fécaux, à l'exception des échantillons (02 et 05) qui présentent une charge excessive, Cela indique d'une contamination exogène d'origine fécale.

En ce qui concerne les Coliformes totaux, seul l'échantillon (03) est conforme aux normes algériennes, tandis que les autres échantillons ne respectent pas les limites réglementaires.

Les levures et moisissures sont présentes de manière significative dans les cinq échantillons. Il est difficile de tirer une conclusion pratique spécifique, car ils font partie intégrante de l'environnement. Les moisissures sont disséminées par l'émission de spores qui peuvent être véhiculées par l'environnement (air, eau) et se retrouver dans le lait et dans les fromages (**Seddaoui et al.**, 2020). Parmi les espèces retrouvées fréquemment dans le lait cru et dérivés figurent notamment *Geotrichum candidum* (**Seddaoui et al.**, 2020).

Conclusion et perspectives

Au terme de cette étude, nous avons abouti à certaines conclusions sur l'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de la vache dans la région de Mostaganem-Algérie.

On a déterminé la qualité globale des échantillons du lait prélevé au niveau des cinq exploitations adoptent un régime alimentaire différent les une des autres, en plus leur dépendance à l'achat de nourriture auprès de différents fournisseurs. Dans cette perspective, nous avons procédé à analyser les échantillons prélevés au niveau des cinq fermes, dans la période d'avril et mai.

Dans notre étude, nous avons examiné l'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache, en nous concentrant spécifiquement sur l'échantillon 02 prélevé au mois de mai. Nous avons constaté que l'alimentation des vaches avait un effet significatif sur la composition du lait, notamment sa teneur en matières grasses. Les vaches nourries avec un régime spécifique ont produit un lait avec une teneur en matières grasses plus élevée par rapport à celles qui ont suivi un régime différent. De plus, nous avons constaté que certains régimes alimentaires pouvaient également influencer la teneur en protéines et en lactose du lait. Une alimentation inadéquate des vaches peut accroître le risque de contamination bactérienne du lait. Les variations saisonnières peuvent également influencer la contamination microbienne du lait. Par exemple, pendant les périodes chaudes, les conditions environnementales favorables peuvent entraîner une augmentation des bactéries présentes dans l'environnement de la ferme, ce qui peut contaminer le lait.

Il est important de noter que la qualité physico-chimique et microbiologique du lait dépend également d'autres facteurs tels que les pratiques de gestion de la ferme, les conditions d'hygiène, les procédures de traite et de stockage du lait. Une bonne alimentation des vaches doit être accompagnée de bonnes pratiques de gestion globale pour assurer la qualité du lait produit.

Dans l'avenir, cette étude pourrait être reprise et complétée par d'autres analyses approfondies. Ainsi, on préconise comme perspectives :

- Augmentation du nombre des échantillons.
- Faire une comparaison entre les races bovines.

- Faire une comparaison entre l'alimentation des bovins de l'engraissement et l'alimentation des bovins laitiers.

Référence Bibliographique



A

. Abdelli., R. Sadia., Y. Kaouche., S. Benhacine., R. (2021). Etat des lieux de la filière en Algérie et perspectives de développement. Département d'Agronomie, faculté des sciences, Universités Boumerdes 35000, Algérie. Rev (07 february 2021).

B

. Benyahia-Mostefaoui., A. Lamri-Senhadji., M. (2020). Lait de vache : Composition, bienfaits nutritionnels, biologiques et cardioprotecteurs. Nutr. Santé, 2020, Vol. 09, N°01 :1-8. DOI :10.30952/ns.9.1.1.

. Boufeldja., B. (2017). Etude physico-chimique et microbiologique d'un fromage frais traditionnel « jben » fabriqué par « hakka ». Univ, Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 6p.

. Benkrizi., N. (2019). Caractérisation biochimique et microbiologique des laits de chèvre : variabilité saisonnière et aptitudes technologiques. Thèse doctorat : Production et Biotechnologie Animales. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem. Algérie : 15-16.

C

. Cuvelier., C. Hornick., J-L. Beckers., Y. Froidmont., E. Knapp., E. Istasse., L. Dufrasne., I. (2021). Livrets de l'agriculture : L'alimentation de la vache laitière aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. Centre wallon de recherches agronomiques. Université de Liège. Belgique. P79_123.

D

. Dra., A-G. (2018). Caratérisation physicochimique, microbiologique et immunochimique des laits ca,elin et bovin d'algerie. Activités antioxydante et antitoxique de la fermentation. Thèse de doctorat. Université djilali liabes sidi belabbes. Faculte des sciences de la nature et de la vie. Science biologique. Biochimie immunologie. P1.

. Debouz., A. Guerguer., L. Hamid-Oudjana., A. Hadj-Seyd., AEK. (2014). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de ghardaia. Département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre. Université de ghardaia. ISSN : 1112-7163 vol.7n 2. Revue el-wahat pour les recherche et les études : 08_15.

F

. FAO. (2018). Organisation des nations unies pour l'alimentation de l'agriculture.

G

. Gutu., C. (2022). Elaboration un produit dessert à partir de fromagr de vache à haute valeur nutritive. Departamentul alimentatie si nutritie, FFT-181. Facultatea tehnologia alimentelor. Universitatea tehnica a moldovei, chisinau, republicamomdova. P572.

H

. Hammou., T-S. (2017). Identification des bactéries formant dans le lait de vache pasteurisé. Mémoire de Master. Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Département des Sciences Agronomiques et des Forêts. P 9.

. Hadj-Omar., K. Nabi., M. Kaidi., R. ET Abdelguerfi., A. (Le 04/06/2018). évaluation du rendement et de la composition chimique de plusieurs variétés de luzerne pérenne cultivées en sec et en irrigué dans la mitidja. Centre de référence et d'expérimentation de la région. P932.

J

. Journal officiel la république algerienne democratique et populaire. (2017). Conveentions et accords internationaux – lois et decrets arretes, decisions, avis, communications et annonces. N 39, 56 éme année.

K

. Kalli., S. Saadaoui., M. Ait Amokhtar., S. Belkheir., B. Bznidir., M. Bitam., A. Benmebarek., M. (2018). Éléments d'enquête générale sur la filière lait en Algérie. Int J Innov Finance Strateg.1. P12-19.

. Kabir., A. (2015). Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse doctorat : Microbiologie alimentaire. Université d'Oran 1 (Ahmed Ben Bella). Algérie : 5-40-131.

. Kakati., S. Talukdar., A. Hazariak., R-A. Raquie., M. Laskar., S-K. Saikia., G-K. et Hussein., Z. (2021). Bacteriological quality of raw milk marketed in and around Guwahati city, Assam, India.

Veterinary World : 14(3) : 656-660.

. Kaouche., A-S. (2019). Revue Agriculture : Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière. 10(1). 43_54.

L

. Larbalétrier., A. (2018). Traité pratique de laiterie, lait, crème, beurre, fromages. Savoirs et Traditions. French Edition. Hachette Livre-Bnf.

. Luquet., F-M. (1985). Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre., 3volumes. Paris, technique et documentation, Lavoisier.

M

. MADR. (2019). Base de données- direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, Algérie. www.minagri.dz.

. Mekhange., B. (2020). Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation : aptitude à la coagulation par une protéase purifiée extrait du proventricule de dinde (Meleagris gallopavo). Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique. Sciences alimentaire. P5-17.

. Maiworé., J. Baane., M-P. Toudjani-Amadod., A. Daïbe-Ouassing., A. Tatsadjie-Ngoune. L et Montet., D. (2018). Influence des condition de la traite sur les qualités physico-chimique et microbiomogiques du lait cru collecté à maroua. Université dz maroua, ecole norale supérieure, département des sciences de la vie et de la terre, BP 55 Maroua, Cameroun. Afrique science 14(4). ISSN 1813-548X. P235-248.

. Matallah., S. Matallah., F. djedidi., I. Mostefaoui., K-N et Boukhris., R. (2017). Qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au nord-est algérien. Laboratoire d'épidémio-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages. Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences agronomiques. Université Chadli bendjedid, El-Tarf, B73, 36000, Algéie. Livestock research for rural development 29 (11).

O

. Otmane-Rachedi., K. Remadni., M. Badi., Y. (2022). Etude comparative des caractéristiques

physico-chimiques des différents laits crus (chamelle, chèvre et vache) de la région d'El-Oued et Bougous (Wilaya d'El-Tarf). Département de Chimie, Université Chadli Bendjedid El-Tarf, Faculté des sciences et de la Technologie, PB 73, El-Tarf, Algérie, 3600. Rev. Sci. Technol., Synthèse Vol 28 Numéro 2 : 01-11.

P

. Prescott., L-M. Harley., J. Klein., D-A. (2010). Microbiologie 2ème édition. De Boeck, Paris, p. 979.

R

. Renhe, I. R. T., Perrone, Í. T., Tavares, G. M., Schuck, P., and de Carvalho, A. F. (2019). Physicochemical Characteristics of Raw Milk. 29-43.

. Rita., A-M. Melis. Julier., B. Pecetti., L. Thami-Alami., I. Abbas., K. Laouar., M. Abdelguerfi, A. Hayek., T. Aubert., G. Annicchiarico., P. Poequeddu., C : la culture de la luzerne dans un climat méditerranéen. (2017). 19p. Hal- 01594651.

S

. Saidane., Z. Homrani., M. Dahou., A-E. Bouabsa., F-S. et Homrani., A. (2023). Pratiques d'élevage dans une ferme laitière à Hassi-Mamèche et leurs impacts sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait. JOURNAL OF NATURAL SCIENCE & SUSTAINIBILITY. Contents lists available at UnivMosta. journal homepage: www.univmosta.dz/fsnv. JNSS 001 (2023).

. Sidhoum. N. (2019). Enquête épidémiologique de la brucellose animale et humaine. Cas de la Wilaya de Mostaganem. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 86p.

. Sassi., E. (2019). Etude de la variation saisonnière des paramètres biochimiques et microbiologiques du lait cru de vache à la traite dans l'ouest algérien. Thèse de doctorat. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Département d'agronomie. Biotechnologie et production animale. P1-26.

. Saidane., Z. Dahou., A-E. Homrani., A. (2022). Description des performances zootechniques des races bovines indigènes algériennes « brune de l'Atlas » de la région d'El Ouldja dans l'Ouest

algérien. *Acta Manilana* 70, 93- 102.

. Soulat., J. (2021). Des prairies aux produits : les effets des pratiques dans les filières d'élevage à l'herbe sur les qualités des produits. Traitement de l'information pour analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres.

. Seddaoui., I. (2020). Variations saisonnières et diversité du microbiote des laits réceptionnés dans les laiteries de l'ouest algérien. Thèses de doctorat. Faculté des science de la nature et de la vie. Département des science agronomique. Production et biotechnologie alimentaire. P16-17.

T

. Thapon., J-L. (2005). Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 pages).

Z

. Zoghlami., M. Yerou., H. Yerou., W. Homrani., A. (2022). Impact du stress thermique sur les critères de qualité du lait cru de vaches Holsteins en zone semiaride de l'Ouest algérien. Département des Sciences Agronomiques, Faculté SNV Université de Mustapha Stambouli, Mascara 29000 Algérie. Laboratoire LGDE Université de Mustapha Stambouli, Mascara 29000 Algérie. Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale, Université de Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis 27000 Algérie. *Livestock research for rural development*, 34.

. Zouari., A. (2019). Etude physique et biochimique de la poudre de lait de chamelle séchée par le procédé d'atomisation : étude comparative avec le lait de vache. École Doctorale Sciences et Technologies Thèse de DOCTORAT Génie biologique. Université de Sfax. P22.

Annexe

Annexe 01 : Enquête.➤ **Identification des exploitations.**

- Wilaya :
- Daira :
- Commune :
- Village :
- Code de l'élevage :
- Exploitant : _ Sexe : (M / F). _ Age :ans.
- Depuis quand exercez-vous l'élevage bovin :ans.
- Autre activité de l'exploitant :
- Niveau d'instruction : Sans _ Primaire _ Secondaire _ Universitaire.
- Formation agricole : _ Si oui :
 - Niveau :
 - Type de formation :
- Date de création de l'exploitation :
- Statut juridique de l'exploitation : Exploitation privée _ Ferme pilote.
- L'exploitation est orientée vers : Production laitière _ Bovins à l'engrais _ Mixte.
- Nombre de têtes : _ Bovin : _ Ovins :
- Type de stabulation : (Entravée _ Semi entravée _ Libre).

➤ **Inventaire des animaux.**


- Animaux identifiés (Présence de boucles) : Oui _ Non.
- _ Si oui, Comment
- Origine des animaux :
 - _ Race :
 - _ Importés : _ Pays :
 - _ Achetés localement :
 - _ L'état sanitaire (les mammites chez les vaches) :
- Nombre des vaches :
 - _ En gestation :
 - _ En lactation :
 - _ En tarissement :
 - _ Total des vache :
 - _ Nombre de male :
 - _ Nombre des veaux :
 - _ Totale des animaux :
- Alimentation :
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -


➤ **Abreuvement :**

- Quelles sont vos sources d'approvisionnement en eau : (Conduite _ Puits _ Sources).

- Où et comment stockez-vous l'eau de d'abreuvement :
- Fréquence de changement d'eau de stocke :
- Abreuvement à volonté : (Oui ou Non).
- Utilisez-vous des bacs à eau : Collectifs ou Individuels.
 - **Production laitière :**
 - Mode de traite : (Manuel ou mécanique).
 - La production laitière journalière :
 - Disposez-vous d'une cuve de réfrigération du lait ? la capacité de la cuve :
 - Le lait passe-t-il l'étape de l'analyse :
 - Point de vente de lait :

Annexe 02 : Lactoscan


 Center for Testing and European Certification


 CENTER FOR TESTING AND EUROPEAN CERTIFICATION
 23 Patriarh Evtimii blvd., Stara Zagora, Bulgaria
 tel. 00 359 42/ 620368; fax 00 359 42/602 377
www.ctec-sz.com, www.ctec-sz.com

CERTIFICATE

№ 09-000 - (2-09-804)- 013

“CTEC” Ltd. verifies that

Product **ULTRASONIC PORTABLE MILKANALYSER „Lactoscan S”**
 type representative of Lactoscan SL; Lactoscan SA; Lactoscan LA;
 Lactoscan MCC
 power supply 12 V DC; rated power 50 W;
 switching adapter: Input:100– 240 V~; 1,6 A MAX; 50-60 Hz;
 output: 12 V DC; 5,42 A; 65 W MAX

Applicant **MILKOTRONIC Ltd, Bulgaria**
 167 Tsar Simeon Veliki blvd A 25, Stara Zagora 6009
 tel: +359 42 68 04 70

Manufacturer **MILKOTRONIC Ltd, Bulgaria**
 4 Narodni Buditeli str., Nova Zagora 8900
 tel: +359 457 6 70 83


Comply with the requirements of:

BDS EN 61010-1:2004 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use
 Part 1: General requirements
BDS EN 61010-2-081:2003+A1:2004 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use
 Part 2-081: Particular requirements for automatic and semi-automatic laboratory equipment for analysis and other purposes
EMC EN 61326-1:2006 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
 Part 1: General requirements

Certificate has been issued on the base of test reports:
 Tests reports:
 № 2e-09-804/28.08.2009
 № 540/17.11.2009

Date of issuing: 2009-11-20
 Stara Zagora

Manager CTEC Ltd.
 /dip.: eng. Biagovesta Shinava/



Ultrasonic milk analyser

2.2. Measuring range:

Fat .....	.....from 0.01% to 25% (45%*)
SNF .....	.....from 3% to 40%
Density ** .....	.....from 1000 to 1150 kg/m ³
Proteins .....	.....from 2% to 7%
Lactose .....	.....from 0.01 % to 20 %
Water content .....	.....from 0 % to 70 %
Temperature of milk	from 1°C to 40°C (if measurement is 30 sec, then t° is from 15 to 40°)
Freezing point *** .....	.....from – 0,400 to – 0,700°C
Salts .....	.....from 0,4 to 4%
PH* .....	.....from 0 to 14
Conductivity* ** .....	.....from 3 to 14 [mS/cm]
Total Solids* .....	.....from 0 to 50 %

* Option, on customers' request

** Density data are shown in an abbreviated form. For example 27.3 have to be understood as 1027.3 kg/m³. To determine the milk density, write down the result from the display and add 1000.

Example: result 21,20; density = 1000 + 21,20 = 1021,2 kg/m³

The abbreviated form of the density is used also when entering data for samples in working mode **Recalibrate**, for example:

If the measured sample density is 1034.5 kg/m³, then in the menu for entering the samples parameters used for calibration, across the parameter Den = , you have to enter 34.5.

**** Please, carefully read Appendix Freezing Point.

2.3. Accuracy:

Fat .....	.....± 0.06%
SNF .....	.....± 0.15%
Density .....	.....± 0.3 kg/m ³
Proteins .....	.....± 0.15%
Lactose .....	.....± 0.20%
Water content .....	.....± 3.0%
Temperature of milk .....	.....± 1°C
Freezing point .....	.....± 0.005°C
Salts .....	.....± 0.05%
PH.....	.....±0.05
Conductivity.....	.....±0.05
Total solids .....	.....± 0.17%

Ultrasonic milk analyser

2.4 Correct ambient conditions:

Accuracy is guaranteed in case of normal ambient conditions:

Air temperature.....	.....from 10°C to 40°C (43 °C)
Relative humidity .....	.....from 30% to 80%
Power supply .....	.....220V (110V)
extent of contamination at normal environmental conditions	.....2



Accuracy values in point 2.3 are in dependence on the correctness of the corresponding chemical method, used for component content determination. In point 2.3. are used the following reference methods: Gerber – for fat, gravimetric – for SNF, Kjeldahl – for protein. The boundary for maximum variation of repeatability when the power supply voltage is from +10 to – 15% from the nominal voltage values (220V) have to be no more than 0.8 accuracy according point 2.3. The analyser is used in conditions free of outer electrical and magnetic fields (except the magnetic field of the Earth) and vibrations.

2.5. Dimensions:240/220/100 mm, mass 3,0 kg

2.6. Continuous working time:non-stop

2.7 Milk sample volume per one measurement:15 cm³ (= 25 ml)

Ultrasonic milk analyser

GUARANTEE CARD

LACTOSCAN SAP

Automatic model

**Guarantee period is 1 (one) year after purchasing date.
Improper handling, transport and storage will invalidate the guarantee.
Guarantee is void if warranty labels are removed.**

Serial №

Date of purchase:

16168

Password:

Distributor:

Signature:

Stamp:

Annexe 03 : Les différents milieux de culture utilisés.**➤ PCA (Plat Count Agar)**

Suspendre 23.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer avec agitation jusqu'à la dissolution totale, autoclaver à 121°C pendant 15 min dans un pH =7.

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	5 g
Extrait auto lytique de levure	2,5 g
Glucose	1 g
Agar Agar	15 g
Eau distillé	1000 ml

➤ Milieu Chapman

Dissoudre 111g dans un litre d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min dans un pH =7,4.

Constituant	Quantité en g/l
Extrait de viande de bœuf	1 g
Bio-polytone	10 g
Chlorure de sodium	5 g
D-mannitol	10 g
Gélose	15 g
Rouge de phénol	0,025 g
Eau distillé	1000 ml

➤ VRBL (Violet cristallisé au Rouge neutre et Bilié Lactose)

Dissoudre 38.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffé jusqu'à la dissolution complète.

Constituant	Quantité en g/l
Peptone pepsique de viande	7 g
Extrait auto lytique de levure	3 g
Lactose	10 g
Sels biliaire	1,5 g
Chlorure de sodium	5 g
Cristal violet	30 g
Agar Agar	12 g
Eau distillée	1000 ml

➤ **OGA (Gélose glucosé à l'oxytétracycline)**

Dissoudre 40 g dans 1 litre d'eau distillé, autoclaver à 120 °C pendant 20 mn.

Constituant	Quantité en g/l
Extrait autolytique de levure	5 g
Glucose	20 g
Agar bactériologique	15 g
Eau distillée	1000 ml

➤ **Préparation de eau physiologie**

- 9 g de NaCl dans 1000 ml d'eau distillée.