



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Filière : Microbiologie

Spécialité : Microbiologie appliquée

THEME

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache à Ain Defla

Réalisé par :

Ahmed zaid Fatima

Berik Hadjer

Bouhaoua Ahlem

Soutenu le 30/06/2024 devant le jury composé de :

Président	M ^r	AMROUCHEZ	MCA	U. Khemis Miliana
Promotrice	M ^{me} .	HALFAOUIZ	MAA	U. Khemis Miliana
Examinatrice	M ^{me} .	ZAOUADIN	MCA	U. Khemis Miliana

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

On remercie, en premier lieu **Allah** le tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, la force et la patience, et qui nous a guidé et éclairé notre chemin tout au long de notre parcours jusqu'à ce jour, qui sera Inshaa'Allah couronné d'une bonne réussite.

Nous aimerions exprimer nos remerciements à **Mr AMROUCHEZ**, d'avoir accepté de présider le jury, et à **Mme ZAOUADI N**, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous voudrions également remercier notre promotrice **Mme HALFAOUI ZOHOR**, pour l'honneur qu'elle nous a fait, de nous avoir encadrées et d'avoir dirigé ce présent travail, pour sa patience, sa disponibilité et son soutien inconditionnel.

Nous tenons également à remercier **Mme MOSTEFA SARI FOUZIA** pour son soutien moral et ses précieux conseils.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux personnels de la laiterie d'**ARIB-Ain Defla**, en particulier **Mme SARA**, **Mme LATIFA** et **Mr MOUSTAPHA** pour leur accueil, gentillesse, patience, efficacité et grande disponibilité tout au long de notre stage.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout miséricordieux, le Très miséricordieux, Merci Allah, pour ton amour et tes grâces à mon égard m'ont donné la persévérance et le courage pour accomplir ce travail.

A Mes chers parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Ma très chère mère Khadidja, Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

Mon très cher père Mohamed, Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

Ma sœur adorée Abir, Pour nos fous rires, pour les liens solides qui nous unissent. Je te souhaite beaucoup de bonheur et de courage dans ta vie.

Mon grand frère Abdelhak, Dans le livre de ma vie, les pages les plus lumineuses sont celles où tu figures. Grand frère, tu as été mon premier héros, mon guide dans les moments d'incertitude. Peu importe la distance qui nous sépare, sache que tu es toujours dans mes pensées.

Petits frères Aziz et Madjid, Depuis l'arrivée de chacun de vous, vous avez rempli nos vies de lumière et de rires. Voir le monde à travers vos yeux est un cadeau inestimable, une source constante de joie et d'émerveillement.

A mes chères trinômes Fatima et Ahlem, Mon cœur est submergé de gratitude. Vous êtes l'une des rares personnes dans ma vie qui a contribué à faire de moi ce que je suis aujourd'hui, vous avez tant fait pour moi. Avec une amie comme vous à mes côtés, il n'y a vraiment rien que nous ne puissions accomplir. Merci de m'avoir fait ressentir ça.

Mes chères Amies, Djamila, Khadidja, Amira, Chaima, et Rawdha, en souvenir de nos éclats de rire et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

HADJER



Dédicace

*Aujourd'hui, après 18 ans d'études, de labeur et de don, me voilà arrivé au point final. Je tiens tout d'abord à dédier ce travail à mes parents, **Houari** et **Naima**, pour leur amour inconditionnel, leur soutien financier et moral, et pour avoir toujours cru en moi, même lorsque j'ai douté de moi-même.*

*À mon mari **Fateh**, tu as été ma source de force. Tu as sacrifié tant de temps et d'énergie pour me permettre de me consacrer à mes études, et je suis profondément reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi. Ta patience, ton amour et tes encouragements m'ont portée à travers les moments difficiles, et je ne pourrais pas avoir réalisé cela sans toi à mes côtés.*

*Je dédie ce mémoire à **mon fils** bien-aimé, dont j'étais enceinte pendant toute la période de préparation. Ta présence, même avant ta naissance, a été une source d'inspiration et de motivation pour moi. Malgré les défis académiques et la pression intense, je savais que je devais réussir non seulement pour moi-même, mais aussi pour toi, pour t'offrir un avenir meilleur rempli de connaissances et d'opportunités. Ta naissance, survenue alors que je jonglais avec les exigences académiques, est un rappel constant de la valeur du savoir et de l'importance de persévérer même dans les moments les plus difficiles.*

*À chacun de mes frères **Adem** et **Anes**, et de mes sœurs **Aridj** et **Abrar** et ma famille, je vous remercie pour les liens indestructibles qui nous unissent, pour votre soutien inconditionnel et votre inspiration.*

*À mes amis proches, **Insaf**, **Hadjira** et **Meriem**, pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements chaleureux et leurs distractions bienvenues lors des moments de stress.*

*À Trinômes **BerikHadjer** et **Ahmed-Zaid Fatima**, Votre soutien inébranlable, votre expertise et votre esprit d'équipe ont été des éléments essentiels de notre réussite collective.*

Enfin, à Dieu, dont la guidance et l'aide m'ont permis de surmonter les obstacles et d'atteindre mes objectifs.

AHLEM



Dédicace

Après des années de lutte, de travail acharné et de persévérance, cette remise de diplôme représente non seulement le fruit de mon effort, mais aussi le résultat du soutien inconditionnel de nombreuses personnes tout au long de mon parcours académique.

***Mon cher père**, je t'adresse tout mon amour et ma plus sincère gratitude. **Ma chère mère**, tes paroles bienveillantes et tes prières ont toujours apaisé mes craintes et allégé les charges de la vie. Ta tendresse et ta compassion ont été ma principale motivation pour avancer et accomplir cette réussite. Merci pour chaque moment partagé et chaque prière adressée pour moi. Cette réussite te revient, car tu en es la raison première.*

J'espère avoir été et être à la hauteur de vos attentes.

***Hicham, mon cher frère**, ta présence dans ma vie a toujours été une source de joie et de bonheur. Merci sincèrement pour ton soutien inconditionnel et tes mots bienveillants. Je tiens également à exprimer ma gratitude envers deux personnes qui ont été à mes côtés tout au long de mon projet de fin d'études : mon cher grand-père, à qui je souhaite une bonne santé, et ma tante **Dahbia**.*

*Je remercie du fond du cœur toute ma famille, mes chères grand-mères et tantes bien-aimées, ainsi que mes amis **Fatima, Assia, Fulla et Rania**, qui m'ont inspiré et accompagné tout au long de ce parcours.*

*Enfin, je tiens à remercier mes chères camarades **Hadjer Berik et Ahlem Bouhaoua**. Vous avez été ma deuxième famille. Ensemble, nous avons partagé les joies et les tristesses, les réussites et les échecs. Votre présence à mes côtés a toujours été une source inestimable de réconfort et de motivation. Cette réussite est le résultat de notre travail acharné et de notre complicité.*

À moi-même : après avoir combattu avec ténacité et persévérance, tu récoltes les fruits de ta dévotion et de ta détermination, un succès rendu possible grâce au soutien de personnes bienveillantes, que Dieu rende cette œuvre pure et bénéfique pour tous ceux qui en bénéficient.

FATIMA

Résumé

Le lait est un substrat très riche qui fournit à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet. Cependant, les microorganismes présents dans notre environnement trouvent dans le lait un substrat idéal, ce qui favorise leur développement et réduit ainsi la salubrité du produit.

Cette étude a été réalisée pour évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru de vache, en se concentrant sur plusieurs paramètres clés afin d'assurer la sécurité sanitaire et la conformité aux normes en vigueur.

Notre travail s'est déroulé du 15 février au 15 avril 2024 dans le laboratoire physico-chimique et le laboratoire de microbiologie de la laiterie d'ARIB à Ain Defla. L'étude a porté sur 44 échantillons de lait de vache issus de la laiterie, analysés pour leurs caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques, ainsi que pour la recherche de résidus d'antibiotiques.

Les résultats montrent que la majorité des échantillons présentent une bonne qualité physico-chimique en termes de pH (6.5-6.8) et de densité (1028-1033). Cependant, la non-conformité majeure concerne la température, car tous les échantillons dépassaient la norme nationale **JORA (1998)**, pour l'ESD et l'EST 34 et 43 échantillons respectivement ne respectent pas les normes, indiquant des problèmes de conservation, de composition et de nutrition des vaches. La présence de germes aérobies mésophiles totaux(44/44), de coliformes fécaux (19/44), et de *Staphylococcus aureus*(04/44) dans les échantillons révèle des insuffisances dans les pratiques d'hygiène lors de la traite et du transport. En revanche, nous avons trouvé une absence de résidu d'antibiotique dans la majorité des échantillons (42/44), et une absence totale de Streptocoques fécaux et de *Clostridium* sulfito-réducteurs.

Nos résultats indiquent que la qualité du lait cru nécessite encore une amélioration afin d'assurer et de garantir une certaine sécurité hygiénique et une qualité organoleptique de cet aliment.

Mots clés : lait cru, lait de vache, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

Milk is a very rich substrate, providing humans and young mammals with an almost complete food. However, the microorganisms present in our environment find an ideal substrate in milk, which favors their development and thus reduces the wholesomeness of the product.

This study was carried out to assess the microbiological and physico-chemical quality of raw cow's milk, focusing on several key parameters to ensure food safety and compliance with current standards.

Our work took place from February 15 to April 15, 2024 in the physico-chemical and microbiology laboratories of the ARIB dairy in Ain Defla. The study involved 44 samples of cow's milk from the dairy, analyzed for physico-chemical and bacteriological characteristics, as well as for antibiotic residues.

The results show that the majority of samples were of good physico-chemical quality in terms of pH (6.5-6.8) and density (1028-1033). However, the major non-conformity concerned temperature, as all samples exceeded the national standard **JORA(1998)**, for ESD and EST, 34 and 43 samples respectively failed to meet the standards, indicating problems with storage, composition and cow nutrition. The presence of total aerobic mesophilic germs (44/44), faecal coliforms (19/44), and *Staphylococcus aureus* (04/44) in the samples reveals shortcomings in hygiene practices during milking and transport. On the other hand, we found an absence of antibiotic residue in the majority of samples (42/44), and a total absence of faecal *Streptococcus* and *Clostridium* sulfite-reductores.

Our results indicate that the quality of raw milk still requires improvement in order to ensure and guaranteed a certain hygienic safety and organoleptic quality of this foodstuff.

Keywords: raw milk, cow's milk, physico-chemical quality, microbiological quality.

الملخص

الحليب هو مادة غذائية غنية للغاية توفر للإنسان والثدييات الصغيرة غذاءً شبه كامل. ومع ذلك، فإن الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في بيئتنا تجد في الحليب مادةً مثالية، مما يعزز تطورها ويقلل بالتالي من سلامة المنتج. أُجريت هذه الدراسة لتقييم الجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية-الكيميائية لحليب الأبقار الخام، مع التركيز على عدة معايير رئيسية لضمان السلامة الصحية والامتثال للمعايير الحالية.

تم إجراء عملنا في الفترة الممتدة من 15 فبراير إلى 15 أبريل 2024 في المختبرات الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية لمبنة ARIB في عين الدفلى. شملت الدراسة 44 عينة من حليب البقر المأخوذة من المصنع، وتم تحليلها من حيث الخصائص الفيزيائية-الكيميائية والبكتيريولوجية، بالإضافة إلى البحث عن بقايا المضادات الحيوية.

أظهرت النتائج أن غالبية العينات كانت ذات جودة فيزيائية كيميائية جيدة من حيث درجة الحموضة (6.5-6.8) والكثافة (1033-1028). ومع ذلك، فإن عدم المطابقة الرئيسية كانت تتعلق بدرجة الحرارة، حيث تجاوزت جميع العينات المعايير الجزائرية (1998) JORA، وبالنسبة لعينات ESD و EST، 34 و 43 عينة على التوالي لم تستوف المعايير، مما يشير إلى وجود مشاكل في حفظ وتكوين وتغذية الأبقار. كما تكشف وجود البكتيريا القولونية البرازية (19/44) والجراثيم الهوائية (44/44) والمكورات العنقودية الذهبية (04/44) في العينات عن نقص في ممارسات النظافة أثناء الحلب والنقل. من ناحية أخرى، وجدنا غيابًا لبقايا المضادات الحيوية في غالبية العينات (44/42)، وغيابًا تامًا للمكورات العقدية البرازية والمطثيات المرجعة للكبريت.

تشير نتائجنا إلى أن جودة الحليب الخام لا تزال بحاجة إلى تحسين من أجل ضمان وضمان سلامة صحية وجودة حسية معينة لهذه المادة الغذائية.

الكلمات المفتاحية: الحليب الخام، حليب البقر، الجودة الفيزيائية-الكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية.

Sommaire

Résumé :	6
Introduction	14
1^{ère} partie :Synthèse bibliographique	3
Chapitre 1 : Généralité sur le lait	4
1. Généralité sur le lait	3
2. Définition de lait cru.....	3
3. Le marché laitier dans le monde.....	4
4. L'importance nutritionnelle du lait.....	6
Chapitre 2 : Composition du lait	7
1. Composition chimique du lait	7
1.1. Eau.....	8
1.2. Glucides.....	8
1.3. Lipides (matière grasse)	8
1.4. Matière azotée	9
1.5. Enzymes	11
1.6. Minéraux	11
1.7. Vitamines.....	12
Chapitre 3 : Qualité du lait	14
1. Qualité organoleptique	14
1.1. La couleur.....	14
1.2. L'odeur	14
1.3. La saveur	14
2. Qualité physico- chimique.....	15
2.1. La masse volumique et la densité.....	15
2.2. Point d'ébullition.....	16
2.3. Point de congélation	16
2.4. Acidité du lait	16
3. Qualité microbiologique.....	18
3.1. Cellules du lait.....	18
3.2. La flore originelle.....	19
3.3. La flore de contamination.....	20
4. Composants indésirables du lait	27

4.1. Antibiotiques	27
4.2. Métaux.....	27
4.3. Les pesticides	28
2ème partie :Etude expérimentale	29
Matériels et méthodes	30
I. L'objectif :	29
II. Lieu et période de travail :	29
III. Matériel et Méthodes	29
1. Matériel biologique :	29
2. Méthode de prélèvement :	30
3. Méthode d'analyse	30
Résultats et discussion.....	44
I. Résultats :	44
1. Analyses physico-chimiques :	44
2. Analyses microbiologiques :	45
II. Discussion :	46
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	54
Annexes	62

Liste des tableaux

Tableau 1: La production du lait (toutes espèces) dans plusieurs zones/pays du monde (millions de tonnes entre 1961 et 2016).	4
Tableau 2: La composition globale du lait cru	7
Tableau 3: Composition minérale du lait de vache	12
Tableau 4: Teneur en vitamine du lait de vache cru.....	13
Tableau 5: Flore originelle du lait cru de vache.....	19
Tableau 6 : Les paramètres physico-chimiques du Journal officielle de la république algérienne.	44
Tableau 7: Interprétations des résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons du lait cru selon les normes du J.O.R.A (1998).....	44
Tableau 8: Interprétations des résultats du résidu d'antibiotique des échantillons du lait cru selon les normes du J.O.R.A (1998).....	45
Tableau 9: Critères microbiologiques du lait cru selon J.O.R.A (1998).....	45
Tableau 10: Interprétation des résultats d'analyse bactériologique des différents échantillons du lait cru selon les normes du J.O.R.A (1998).....	46

Liste des figures

Figure 1. Pourcentage des différentes protéines du lait	10
Figure 2. Micelle de caséine et sous micelle de caséine	10
Figure 3. Laiterie de « Arib » wilaya d'Ain Defla	29
Figure 4. Les différentes étapes d'analyses effectuées dans notre travail	30
Figure 5. Acidité Dornic	31
Figure 6. Mesure du pH et température	32
Figure 7. Densitomètre	33
Figure 8. Hotte	34
Figure 9. Centrifugeuse	35
Figure 10. Matière sèche	36
Figure 11. Antibiotique	37

Liste des abréviations

µm : micromètre

µg: Microgramme

°D : Le degré Dornic

AC : Acidité titrable

AFNOR : Agence Française de Normalisation.

ANP : Azote non protéique

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST: Extrait sec total

FAO: Food and Agriculture Organization.

FTAM : La flore mésophile aérobie totale

g/cm³ : Gramme par centimètre cube.

g/l : gramme par litre

GAMT : Germes Aérobie Mésophiles Totaux

JORADP : Journal Officiel de la République Démocratique et Populaire Algérienne

Kcal : Kilocalorie.

KJ : kilojoule

ml: Millilitre

mm: Millimètres

mS/cm : milli siemens par centimètre

nm:Nanomètres

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PCA: Plate Count Agar.

U.I : Unité internationale

UFC/ml : Unité Formant de Colonie par millilitre

VF : Viande de Foie.

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar.

Introduction

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**).

En Algérie, le lait occupe une place stratégique dans la politique alimentaire et nutritionnelle car le consommateur algérien a une tradition alimentaire marquée par une forte consommation de lait (**Bousbia et al., 2017**). De plus, celui-ci représente la principale source de protéines animales dans le régime alimentaire des Algériens, car la consommation moyenne de protéines animales est relativement modeste (**Ozrenk et Inci, 2008**).

En conséquence, l'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb avec 3 milliards de litres par an, dont 2 milliards sont produits localement avec une consommation moyenne de 100 litres par habitant et par an (**Elhachemi Sassi et al., 2018**), et des besoins de plus en plus croissants vus que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produit dérivés.

Toutefois, le lait représente un milieu de culture idéal qui permet la multiplication des micro-organismes, notamment des bactéries, en raison de sa richesse en nutriments et en humidité et qui se traduit par une altération du produit (**Saidane et al., 2022**).

La mauvaise qualité du lait reflète bien les conditions déplorables de production et la non-observance des bonnes pratiques hygiéniques lors de la traite, de ce fait, des analyses physico-chimiques et microbiologiques sont systématiquement effectuées dans les unités de fabrication du lait, en vue d'évaluer et vérifier la conformité de la qualité du lait et de son aptitude à la transformation. En effet, la présence de certains germes nuisibles dans le lait peut poser des risques pour le consommateur, Le lait est donc soumis à des contrôles et des traitements pour maintenir sa stabilité nutritionnelle et son acceptabilité organoleptique (**Saidane et al., 2022**).

L'objectif de cette étude est de fournir un aperçu sur l'état actuel de la qualité du lait cru reçu au niveau de la laiterie des ARIBS, en recherchant les principaux caractères physico-chimiques (pH, acidité, densité, matière sèche, matière grasse) et bactériologiques (flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito-réducteurs* et Streptocoques), parallèlement, des tests sont effectués pour détecter la présence de résidus d'antibiotiques, afin de vérifier la conformité aux normes légales. Ces paramètres

Introduction

permettent d'évaluer non seulement la qualité du lait, mais aussi l'efficacité des pratiques de conservation et de transport.

Ce document est divisé en deux parties :

- ✓ La première partie, est une revue bibliographique, organisée en trois sections principales, la première inclut des informations générales sur le lait, la deuxième aborde sa composition et la troisième est consacrée à énumérer ses qualités organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques.
- ✓ La deuxième partie, expérimentale, détaille la méthodologie, l'échantillonnage et les méthodes d'analyse utilisées. Les résultats obtenus sont par la suite interprétés et discutés. Enfin, le document se termine par une conclusion et des recommandations.

1^{ère} partie :

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

Généralité sur le lait

1. Généralité sur le lait

Le terme "lait" est réservé exclusivement au produit de la sécrétion mammaire saine, obtenu par une ou plusieurs traites, sans ajout ni retrait, et non soumis à un traitement thermique (JORA, 1993).

En raison de sa composition physico-chimique, le lait constitue un excellent milieu de croissance pour les bactéries (Bourgeois *et al.*, 1996).

La définition du lait, établie lors du congrès international de la répression des fraudes à Genève en 1908, stipule qu'il est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, ne contenant pas de colostrum (Debry, 2006).

Selon (Jeantet *et al.*, 2008), le lait doit être collecté dans des conditions hygiéniques optimales, présentant toutes les garanties sanitaires. Bien qu'il puisse être commercialisé en l'état, il est généralement soumis à des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour minimiser les risques hygiéniques et assurer une conservation prolongée.

2. Définition de lait cru

Le lait, un liquide blanc et opaque d'odeur légère et de goût légèrement sucré, est un complexe hétérogène résultant de la sécrétion mammaire de femelles mammifères, jouant un rôle essentiel dans l'alimentation des jeunes et servant de matière première dans la transformation industrielle (Alais, 1984a).

Le lait cru est défini comme un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation, à l'exception de la réfrigération à la ferme, et sa date limite de vente est le jour suivant la traite (Fredot, 2006).

Les critères pour qu'un lait cru soit considéré comme acceptable incluent son origine d'animaux sains exemptés de brucellose et de tuberculose, son exploitation (étable) soumise à un contrôle vétérinaire, et une préparation (traite, conditionnement, stockage) réalisée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes (Blanchon, 1990).

Il est impératif de porter le lait cru à ébullition avant la consommation en raison de la possibilité de présence de germes pathogènes (Fredot, 2006).

3. Le marché laitier dans le monde

La décennie à venir dans le secteur laitier mondial se caractérise par des prix élevés et fortement volatils, une demande continue de lait et de produits laitiers, ainsi que des coûts de production en hausse et une instabilité accrue sur les marchés. La volatilité des prix est principalement attribuée au déséquilibre entre une demande mondiale croissante, notamment de la part de la Chine, de la Russie, de l'Algérie, du Mexique, et une offre insuffisante (Makhlouf et Montaigne, 2016). Dia (2009) a souligné que du côté de l'offre, les marchés alimentaires mondiaux se contractent en raison de la sécheresse dans les pays excédentaires tels que l'Australie, qui approvisionnent le marché mondial, ainsi que de la diminution des stocks dans les pays de l'Union européenne, en relation avec les orientations de la politique agricole visant à réduire les subventions à l'exportation.

Tableau 1: La production du lait (toutes espèces) dans plusieurs zones/pays du monde (millions de tonnes entre 1961 et 2016) (Source FAO).

		La production de lait (millions de tonnes)	
Pays	Année	1961	2016
Europe		195.0	224.8
Exemple : UE-Allemagne		25.3	32.7
UE-France		19.4	25.4
UE-Royaume-Uni		12.0	14.7
Amérique		83.9	183.8
Exemple : Etats-Unis		65.3	96.4
Canada		8.3	8.2
Brésil		5.3	33.9
Afrique		11.0	48.0
Exemple : Kenya		0.7	5.3
Egypte		1.2	5.1
Algérie		0.3	3.3
Asie		42.8	322.5
Exemple : Inde		20.4	165.3
Pakistan		6.0	42.9
Chine		1.8	34.8

La production laitière de la région "Europe" a atteint 224 millions de tonnes en 2016, représentant ainsi 27,8 % de la production mondiale totale, enregistrant une augmentation de 30 millions de tonnes par rapport à 1961. Cette région présente une diversité considérable de modèles productifs (Pflimlin, 2010).

Pour ce qui est du continent américain, la production laitière s'est élevée à 184 millions de tonnes en 2016, représentant 22,7 % de la production mondiale totale, avec une augmentation de 100 millions de tonnes par rapport à 1961.

En ce qui concerne l'Afrique, la production laitière, équivalant à 5,9 % de la production mondiale totale en 2016, a connu une augmentation de 37 millions de tonnes entre 1961 et 2016. Le taux d'auto-provisionnement en produits laitiers du continent a légèrement diminué, passant de 88 % en 2010 à 84 % en 2017 (**International DairyFederation, 2018**).

Les pays asiatiques ont assuré une production laitière de 322 millions de tonnes en 2016, représentant 39,8 % de la production mondiale totale. L'Asie a enregistré la croissance la plus dynamique, avec une augmentation de 280 millions de tonnes depuis 1961, soit 60 % de la croissance mondiale.

Parmi les dix espèces laitières domestiquées par l'homme, la vache prédomine largement, représentant 81 % de la production laitière mondiale selon les statistiques de la **FAO** de 2017. Les autres contributions se répartissent entre le lait de bufflonne (14,9 %), de chèvre (2,3 %), de brebis (1,3 %) et de chamelle (0,4 %), avec d'autres espèces telles que la jument (**Doreau, 1991**).

1.3 Le marché laitier dans l'Algérie

Le marché laitier en Algérie se distingue par une consommation importante, faisant du pays le principal consommateur de lait au Maghreb, avec une consommation annuelle d'environ 3 milliards de litres (**Kirat, 2007**).

L'Algérie affiche une forte tradition laitière, où le lait et ses dérivés, tels que les fromages, le yaourt et le beurre, occupent une position centrale dans l'alimentation quotidienne des Algériens, fournissant une part significative des protéines d'origine animale(**GHAOUES, 2011**). Ainsi, la préservation du secteur laitier en Algérie ne doit pas seulement se concentrer sur l'aspect productif, représenté par la vache, mais également sur la qualité du lait collecté (**Aggad et al., 2009**).

4. L'importance nutritionnelle du lait

Le lait revêt une importance nutritionnelle significative dans l'alimentation humaine, tant du point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait offre environ 750 Kcal facilement utilisables, le plaçant en tant qu'élément de haute valeur nutritionnelle comparé à d'autres aliments (**Leroy, 1965**).

Il constitue une source de protéines d'excellente valeur biologique, la principale source de calcium, une source de matière grasse, et une bonne source de vitamines telles que A, D, E (liposolubles) et B1, B2, B3 (hydrosolubles) (**Leroy, 1965**). En outre, le lait est riche en minéraux agissant comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Bien qu'il soit pauvre en fer et en cuivre, et dépourvu de fibres (**Cheftel et al., 1996**), le lait contribue aux besoins énergétiques, structurels, et fonctionnels, renforçant le système immunitaire du nouveau-né et favorisant la santé osseuse grâce à des facteurs de croissance anabolisants comme l'ostéoprotégérine (**Turck, 2013**).

Avec un potentiel énergétique de 2720 KJ par litre, le lait peut être considéré comme un substitut valable à la viande, au poisson et aux œufs (**Jeantet et al., 2008**).

Chapitre 2 :

Composition du lait

1. Composition chimique du lait

Le lait, un liquide complexe sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères, est composé principalement d'eau, de lactose, de protéines, de matières grasses et de minéraux. Les constituants mineurs incluent des vitamines et des enzymes (**Huppertz et al, 2006**). La composition moyenne peut varier en fonction de divers facteurs tels que la race animale, l'alimentation, l'état de santé, la période de lactation et les conditions de traite. La précise composition d'un échantillon de lait nécessite des analyses physicochimiques (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

Sa composition est représentée dans le tableau suivant (**Tableau 1**).

Tableau 2: La composition globale du lait cru (**Lapointe et Vignola, 2002**).

<i>Critères</i>	<i>Variation limites (⊠)</i>	<i>Valeurs moyenne (%)</i>
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéine	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8

En général, le lait offre des caractéristiques communes, notamment une richesse en calcium, une qualité protéique appréciable, la présence de lactose comme sucre prédominant, et une richesse en vitamines du groupe B. (**Favier, 1985**) confirme que le lait est une source importante de protéines de haute qualité, riche en acides aminés essentiels, en particulier la lysine, cruciale pour la croissance. Ses lipides, caractérisés par une forte proportion d'acides gras saturés, véhiculent des quantités appréciables de cholestérol, de vitamine A, de faibles quantités de vitamines D et E.

La complexité de la composition laitière se manifeste également dans la variété physique de ses composants, avec une hétérogénéité due à la domination quantitative de l'eau, de la matière grasse, des protéines et du lactose, tandis que les composants mineurs comprennent les matières minérales, les enzymes et les vitamines.

1.1.Eau

L'eau est le composé prédominant dans le lait, représentant 902 g par litre. Elle existe sous deux formes distinctes : l'eau extramicellaire, constituant 90% de l'eau totale, qui renferme l'ensemble des constituants solubles, et l'eau intramicellaire, constituant 10% de l'eau totale, dont une partie est liée aux caséines et l'autre agit en tant que solvant (**Mahaut et al., 2003**). En tant que constituant essentiel du lait, l'eau représente une proportion significative par rapport aux autres composants, atteignant environ 87%. En raison de sa nature polaire résultant d'un dipôle et de doublets d'électrons libres, elle peut former une solution véritable avec des substances polaires telles que les glucides et les minéraux, ainsi qu'une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Selon (**Pougheon et Goursaud, 2001**), la valeur nutritive élevée du lait découle de l'équilibre entre ses divers nutriments, l'eau étant identifiée comme l'élément prépondérant.

1.2.Glucides

Les glucides, constituant majeur du lait après l'eau, représentent 38% de la matière sèche (**Perreau, 2014**). Le lactose, principal glucide du lait (47 à 52 g/l), demeure stable et participe à la fermentation lactique, avec une élimination significative dans le lactosérum. En tant que disaccharide peu sucré et peu soluble, le lactose, doté d'un groupement réducteur, agit comme substrat pour les bactéries lactiques. Ces bactéries hydrolysent le lactose en glucose et galactose, puis convertissent ces hexoses en acide lactique (**Cheftel, 1992 ; Perreau, 2014**). Bien que le lait puisse contenir d'autres glucides tels que le glucose et le galactose, leurs concentrations restent faibles (**Amiot et al., 2002**).

Les glucides laitiers se classent en deux catégories selon (**Walstra, 1978**) : les glucides libres (oligoholosides) et les glucides combinés en glycoprotéines. En fonction de leur polarité électrique, on distingue les glucides neutres (lactose, glucose, galactose) et les glucides azotés (glucosamine N-acétylée, galactosamineN-acétylée).

1.3.Lipides (matière grasse)

(**Jeantet et al., 2008**) ont identifié la présence des lipides dans le lait sous forme de globules gras d'un diamètre compris entre 0,1 et 10 μm , principalement constitués de triglycérides à hauteur de 98%. La matière grasse du lait de vache représente 50% de l'apport

énergétique total du lait, composée de 65% d'acides gras saturés et 35% d'acides gras insaturés. Cette composition lipidique inclut une diversité notable de 150 acides gras, une proportion significative d'acides gras à chaînes courtes, une concentration élevée en acide oléique (C18:1) et palmitique (C16:0), et une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0).

Les lipides présentent une moyenne de 3,6 g / 100 ml, principalement sous forme de triglycérides (plus de 97%), avec de petites quantités de mono- et di-acylglycérides, environ 1% de phospholipides, et 0,5% de stérols, principalement du cholestérol (**Bourlieu *et al.*, 2015**). Les concentrations lipidiques varient considérablement en fonction de la race, de la période de lactation, de la saison et des régions (**Galantier et Bernard, 2005**).

1.4. Matière azotée

La composition en matières azotées du lait de vache a été étudiée, révélant une proportion moyenne de 35 g/l. Selon les travaux de (**Fournier et Terrien, 1998**), les matières azotées se répartissent en deux catégories principales : les matières azotées non protéiques, constituant 5%, principalement composées d'urée (33 à 79% de l'azote non protéique du lait), d'acides aminés, d'acide urique, d'ammoniac et de créatinine, avec une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang (**Hanzen, 1999**), et les protéines, représentant 95%, subdivisées en protéines solubles du lactosérum telles que la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine, ainsi que les caséines en suspension colloïdale, constituant 3 à 4% du lait et des produits laitiers (**Leonil *et al.*, 2013; Cayot et Lorient, 1998**).

1.4.1. Azote non protéique (ANP) : Représente chez la vache 5 % de l'azote total du lait. Il est essentiellement constitué par l'urée (33 à 79 % de l'azote non protéique du lait). On y trouve également et par ordre d'importance les acides aminés, l'acide urique, l'ammoniac et la créatinine. Il y a une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang (**Hanzen, 1999**).

1.4.2. Protéines vraies: Selon **CAYOT** et **LORIENT**, ces protéines existent sous un grand nombre de structures différentes. Les protéines peuvent être subdivisées en deux grandes catégories, les protéines solubles dites protéines du lactosérum et les caséines (**Cayot et Lorient, 1998**).

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des vivants et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (3 à 4%). Les protéines de lait se divisent en deux grandes classes, les protéines solubles notamment la β lactoglobuline et α -

lactalbumine et les protéines à l'état de suspension colloïdale, c'est le cas des caséines (Leonil *et al.*, 2013).

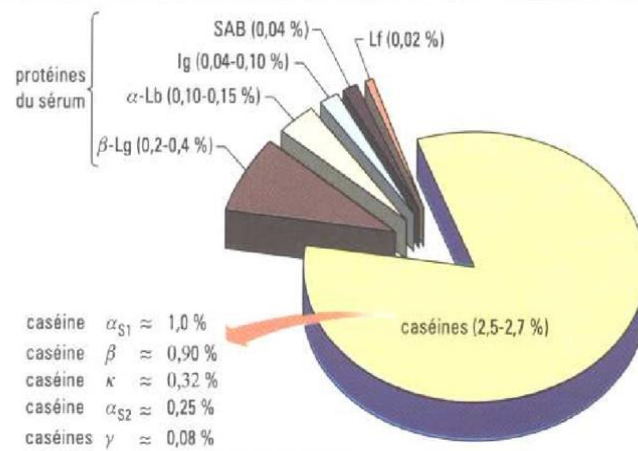


Figure 1. Pourcentage des différentes protéines du lait (Cayot et Lorient, 1998 cités par Vignola, 2002).

- **Caséines :**

La caséine, constituant majeur des protéines lactées, représente approximativement 80% de la composition protéique du lait. Ces protéines s'agrègent en structures sphériques appelées micelles, dont la taille varie de 100 à 500 nm, avec un diamètre moyen d'environ 180 nm, dépendant principalement des espèces animales, des saisons et des stades de lactation (Lenoir, 1985). Les micelles de caséine, illustrées dans la figure 4, se composent de 92% de protéines et de 8% de minéraux (Mahon et Brown, 1984). Il est évident que ces micelles sont formées de sous-micelles interconnectées par des ponts de phosphate de calcium (Mahon et Brown, 1984).

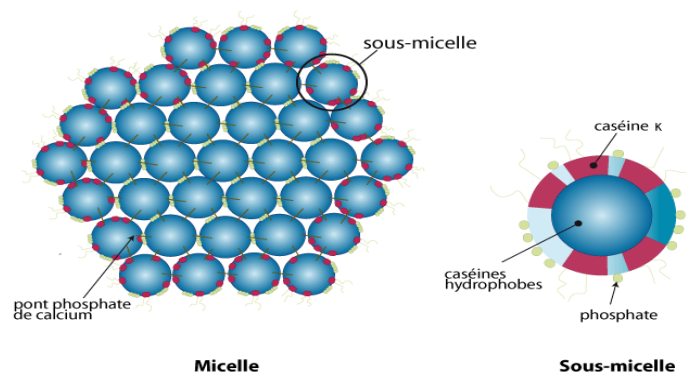


Figure 2. Micelle de caséine et sous micelle de caséine (Vignola, 2002).

La composition de la caséine native comprend 94% de protéines, 3% de calcium, 2.2% de phosphore, 0.5% d'acide citrique et 0.1% de magnésium (Adrian *et al.*, 2004).

1.5. Enzymes

Les enzymes sont définies par (Pougheon, 2001) comme des macromolécules organiques de nature protéique, synthétisées par des cellules ou des organismes vivants, exerçant la fonction de catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ soixante enzymes principales ont été identifiées dans le lait, jouant des rôles significatifs tels que la dégradation des constituants d'origine du lait, la fourniture d'une protection antibactérienne, et la fonction d'indicateurs de la qualité hygiénique, du traitement thermique et de l'origine de l'espèce. Les principaux paramètres régulant l'activité enzymatique incluent le pH et la température (Amiot *et al.*, 2002).

1.6. Minéraux

Selon (Gaucheron, 2004), le lait renferme des concentrations significatives de divers minéraux, notamment le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium en tant que cations, ainsi que le phosphate, le chlorure et le citrate en tant qu'anions. Le calcium et le phosphore jouent un rôle crucial dans la structure de la micelle laitière, tandis que le magnésium participe à sa stabilisation. Les ions potassium, sodium et chlore, conjointement avec le lactose, contribuent à l'équilibre de la pression osmotique du lait dans la mamelle par

rapport à la pression sanguine, présentant des variations significatives en cas de mammite (Gueguen, 2001).

Les minéraux assument des fonctions structurales et fonctionnelles, souvent impliqués dans des mécanismes physiologiques tels que la régulation nerveuse, enzymatique et la contraction musculaire (Guegen, 1979, et Brulé, 1987). La teneur en minéraux du lait est de l'ordre de 5%, soumise à l'influence de divers facteurs tels que l'espèce, la race, le stade de lactation et l'alimentation (Hupperts et Kelly, 2009).

Tableau 3:Composition minérale du lait de vache (Jeantet *et al.*, 2007).

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

1.7.Vitamines

Les vitamines, conformément à (Vignola, 2002), représentent des composés biologiquement essentiels en raison de leur participation en tant que cofacteurs dans les réactions enzymatiques et les échanges au niveau des membranes cellulaires. L'organisme humain est incapable de les synthétiser et elles se trouvent en quantités minimales dans les aliments. Ces composés peuvent être classés en deux catégories en fonction de leur solubilité : les vitamines hydrosolubles (groupe B, C, H, acide folique, niacine et niacinamide, acide pantothénique) présentes en grande concentration dans le sérum, et les vitamines liposolubles (A, D, E, K) associées à la matière grasse, avec une diminution significative de leur concentration lors de l'écémage du lait. Cependant, elles se trouvent en concentrations plus élevées dans des produits tels que la crème et le beurre (Jeantet *et al.*, 2008; Adrian, 1987).

Tableau 4: Teneur en vitamine du lait de vache cru (Amiot *et al.*, 2002).

<i>Vitamines</i>	<i>Teneur moyenne</i>
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (carotènes)	40µg\100ml
Vitamine D	2,4µg\100ml
Vitamine E	100µg\100ml
Vitamine K	5µg\100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acideascorbique)	2mg\100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45µg\100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175µg\100ml
Vitamine B ₆ (Pyridoxine)	50µg\100ml
Vitamine B ₁₂ (Cyanocobalamine)	0,45µg\100ml
Niacine et niacinamide	90µg\100ml
Acide pantothenique	350µg\100ml
Acide folique	5,5µg\100ml
Vitamine H (biotine)	3,5µg\100ml

La teneur en vitamine C dans le lait est relativement faible, et les niveaux de vitamines dépendent largement de l'alimentation. Les vitamines du groupe B, synthétisées par les bactéries du rumen, sont stables par rapport à d'autres vitamines (Fayolle, 2015). Les vitamines liposolubles proviennent exclusivement de l'alimentation et sont présentes en quantités variables, influencées par des facteurs exogènes tels que la race, l'alimentation et l'exposition aux radiations solaires (Sandra, 2010; Mahaut *et al.*, 2000).

Chapitre 3 :
Qualité du lait

1. Qualité organoleptique

1.1. La couleur

La couleur du lait, fluide aqueux opaque, est principalement due à la présence de matière grasse et de pigments de carotène (**Fredot, 2005**). La transformation du β -carotène en vitamine A par la vache contribue à la couleur blanche du lait. Les lipides se présentent sous forme de globules de matière grasse, tandis que les protéines sont sous forme de micelles de caséines, ces deux composants diffusant la lumière de manière spécifique (**Reumont, 2009**). Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber, produisant un rayonnement identique en composition à celui du rayonnement solaire, c'est-à-dire une lumière blanche. Des nuances telles que le bleu peut indiquer l'écémage du lait ou son mouillage, tandis qu'une teinte rosée peut signaler la présence de sang provenant de vaches malades (**Pougheon, Goursaud 2001 ; Amiot *et al.*, 2002**).

1.2. L'odeur

Selon (**Vierling, 2003**), la nature distinctive de l'odeur du lait résulte principalement de la présence de matière grasse, laquelle fixe l'ensemble des composants odorants d'origine animale. Ces composants olfactifs sont intrinsèquement liés aux conditions environnementales de la traite, aux habitudes alimentaires (notamment l'utilisation de fourrages à base d'ensilage favorisant le développement de la flore butyrique, induisant ainsi une forte odeur dans le lait), ainsi qu'aux procédés de conservation (où l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique confère à ce dernier une odeur aigrelette). L'odeur du lait revêt une importance significative en tant qu'indicateur de sa qualité, et la détection d'une odeur désagréable peut signaler des problèmes dans les pratiques de manipulation et de préservation du lait.

Les odeurs sont classifiées en fonction de leur origine, distinguant entre les odeurs absorbées, pouvant découler de l'alimentation ou d'autres sources, et les odeurs développées, ayant une origine microbiologique ou chimique (**Amiot *et al.*, 2002**).

1.3. La saveur

La qualité organoleptique du lait peut varier en fonction de divers facteurs. Le lait frais non traité présente une agréable saveur. En revanche, le lait acidifié présente une saveur fraîche et légèrement piquante. Les processus de chauffage, tels que la pasteurisation,

l'ébullition ou la stérilisation, confèrent au lait des nuances de goût distinctes par rapport au lait cru. Les laits issus de conditions telles que la rétention et les mammites peuvent présenter une saveur salée, parfois accentuée, tout comme le colostrum. L'utilisation de certaines plantes dans l'alimentation des vaches laitières, notamment sous forme d'ensilage, peut introduire des saveurs anormales, dont un goût amer, dans le lait. De plus, la prolifération de certains germes d'origine extra-mammaire peut également induire une saveur amère dans le lait (**Thieulin et Vuillaume, 1967**). La présence de lactose contribue à donner une légère saveur sucrée au lait (**Vierling, 1998**).

La perception des caractéristiques sensorielles telles que l'odeur et la saveur représente un défi conceptuel en raison de leur subjectivité et de la variabilité interindividuelle dans l'appréciation. La douceur associée au lactose, la salinité liée au chlorure de sodium, et la singularité de la saveur des lécithines interagissent pour créer un équilibre perceptuel (**Martin, 2000**).

2. Qualité physico- chimique

2.1. La masse volumique et la densité

La masse volumique du lait, souvent exprimée en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, est une propriété physique qui varie en fonction de la température, car le volume d'une solution dépend de la température. Pour atténuer l'impact de la température, on utilise généralement la densité relative, définie par l'équation suivante :

$d_T = \frac{m.v.}{m.v.}$ d'une substance à une température.

$T / m.v.$ de l'eau à une température T.

En pratique, la masse volumique de l'eau est de 1,000 g/mL à 4°C et de 0,99823 g/mL à 20°C. La densité du lait à 15°C varie de 1,028 à 1,035, avec une moyenne de 1,032. Chaque constituant du lait influe sur sa densité. Par exemple, la crème à 35% a une densité de 0,996, tandis que le lait écrémé a une densité de 1,036(**Lapointe-Vignola, 2002**).

Comme la matière grasse est le seul constituant ayant une densité inférieure à 1, un lait riche en matières grasses aura une densité plus basse. À l'inverse, les solides non gras ont tous une densité supérieure à 1. Ainsi, une concentration élevée en solides non gras entraîne une densité plus élevée du produit laitier. En conclusion, l'écémage du lait augmente sa densité, tandis que l'ajout d'eau la diminue(**Lapointe-Vignola, 2002**).

2.2. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini comme la température à laquelle la pression de vapeur d'une substance ou d'une solution égale la pression externe. De manière similaire au point de congélation, la présence de solides solubilisés influence le point d'ébullition. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, atteignant 100,5 °C. Étant donné que cette propriété physique décroît avec la pression, ce principe est mis en œuvre dans les procédés de concentration du lait(Lapointe-Vignola, 2002).

2.3. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement plus bas que celui de l'eau en raison de la présence de solides solubilisés, ce qui abaisse ce point. Il peut varier entre -0,530°C et -0,575°C, avec une moyenne de -0,555°C. Un point de congélation dépassant -0,530°C peut indiquer l'ajout d'eau au lait. Le point de congélation du lait est vérifié à l'aide d'un cryoscope(Lapointe-Vignola, 2002).

2.4. Acidité du lait

Lorsqu'il est extrait du pis de la vache, le lait présente une certaine acidité, principalement attribuable à la présence de protéines telles que les caséines et la lactalbumine, de substances minérales comme les phosphates et le CO₂, ainsi que d'acides organiques, principalement l'acide citrique. Cette acidité, connue sous le nom d'acidité apparente ou acidité naturelle du lait, varie de 0,13 à 0,17% en équivalent d'acide lactique(Amiot *et al.*, 2002).

Le lait peut manifester à la fois des caractéristiques acides et basiques en raison des protéines dont les acides aminés possèdent des groupements acides COOH et des groupements basiques NH₂ sur leurs chaînes latérales. Les phosphates, présents sous différentes formes (H₂PO, HPO et PO), jouent également un rôle dans ce comportement. Ce mélange d'acides faibles, de bases faibles et de sels contribue à l'effet tampon, défini comme la capacité d'une solution à maintenir un pH constant malgré l'ajout de composés acides ou basiques. Initialement, le lait frais ne contient qu'environ 0,002% d'acide lactique à la sortie du pis de la vache. Au fur et à mesure que les bactéries lactiques se développent, elles génèrent de l'acide lactique (CH₃-CHOH-COOH) par fermentation du lactose. Cette nouvelle acidité est appelée acidité développée, et c'est elle qui conduit à la dénaturation des protéines(Lapointe-Vignola, 2002).

2.4.1. Acidité titrable

L'acidité titrable est une méthode d'analyse qui évalue tous les ions H présents dans un milieu, qu'ils soient dissociés (ionisés) ou non, en déplaçant les équilibres chimiques pour neutraliser tous les ions H des acides faibles. L'acidité titrable résulte de la combinaison de deux acidités préalablement définies : acidité naturelle et acidité développée (Lapointe-Vignola, 2002).

La mesure de l'acidité titrable est généralement exprimée de deux manières : en pourcentage (%) d'équivalents d'acide lactique ou en degrés Dornic (°D). Lors de la réception du lait, l'acidité titrable est mesurée pour évaluer sa qualité. Cependant, il convient d'interpréter cette mesure avec prudence, car une acidité titrable élevée ne signifie pas nécessairement une forte acidité développée. Pour garantir la qualité du lait et confirmer les résultats du titrage, il est recommandé de mesurer également le pH de l'échantillon (Lapointe-Vignola, 2002).

2.4.2. pH

Le pH d'un lait frais varie entre 6,6 et 6,8, et les phosphates, présents sous différentes formes telles que H_2PO_4 , jouent un rôle dans cette plage. Contrairement à l'acidité titrable, le pH n'indique pas la concentration des composés acides, mais plutôt la concentration des ions H^+ en solution. Les valeurs de pH reflètent l'état de fraîcheur du lait, en particulier en ce qui concerne sa stabilité, car le pH influence la solubilité des protéines, déterminée par le point isoélectrique (Lapointe-Vignola, 2002).

Un lait avec une acidité développée importante présentera un pH inférieur à 6,6, car l'acide lactique est assez fort pour se dissocier et réduire mesurablement le pH. Deux laits peuvent avoir des pH identiques, indiquant le même état de fraîcheur, tout en ayant des acidités titrables différentes. En revanche, deux laits peuvent avoir des acidités titrables identiques, représentant la même concentration de composés acides, mais présenter des pH différents (Lapointe-Vignola, 2002). Par exemple :

Lait n°1 : **pH** = 6,7 ; **acidité titrable** = 14 °D ; lait normal et stable.

Lait n°2 : **pH** = 6,7 ; **acidité titrable** = 18 °D ; lait riche en protéines, en phosphates et stable.

Lait n°3 : **pH** = 6,4 ; **acidité titrable** = 18 °D ; lait présentant une acidité développée, avec une fraîcheur douteuse.

2.4.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une solution, exprimée en milli siemens par centimètre (mS/cm), est l'inverse de sa résistance au passage du courant électrique. La détermination de la conductivité électrique du lait est influencée par la concentration d'anions et de cations, tels que Na⁺, K⁺, et Cr (**Timsit et Bareille, 2008**).

La conductivité électrique du lait, mesurée en ohms réciproques (ohms), est utilisée pour évaluer sa teneur ionique totale (**Bendellaliet al.,2018**).

3. Qualité microbiologique

Le lait est un aliment riche en composants tels que les graisses, le lactose, les protéines, les sels minéraux et les vitamines, composant 87% d'eau avec un pH de 6,7, favorisant la croissance des micro-organismes. Cependant, il peut être contaminé par des agents pathogènes provenant de diverses sources telles que la glande mammaire, la peau du pis et l'environnement. La quantité de micro-organismes dans le lait est généralement faible lorsqu'il est prélevé dans des conditions idéales à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpen, 1997**).

Les micro-organismes présents dans le lait comprennent principalement des bactéries, mais également des levures, des moisissures et des virus. Ces micro-organismes peuvent être classés en deux catégories principales : la flore indigène et la flore de contamination, cette dernière se divisant en flore d'altération et flore pathogène.

3.1. Cellules du lait

Les cellules somatiques sont présentes dans le lait, même dans des conditions normales, et sont de nature variée. Outre les cellules sanguines telles que les polynucléaires (0-11%), les lymphocytes (10-27%), et les macrophages (66-88%) qui sont principalement impliqués dans les défenses immunitaires de la mamelle (**Boubezari, 2010**), on trouve également des cellul

épithéliales qui proviennent de la desquamation de l'épithélium glandulaire ou des canaux lactifères. Ces dernières n'ont aucun rôle physiologique spécifique (**Rupp, 2000**).

La présence de cellules somatiques en soi n'indique aucun pouvoir pathogène ou toxique, mais peut signaler la présence de germes ou de produits indésirables (**Badinand, 1994**).

3.2. La flore originelle

La flore originale du lait, définie comme les micro-organismes présents à sa sortie du pis, est généralement peu abondante lorsque le lait est prélevé dans des conditions optimales à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml). Fraîchement exprimé, le lait est pratiquement stérile, protégé par des substances inhibitrices appelées lacténine, dont l'activité est limitée dans le temps (environ une heure après la traite) (**Cuq, 2007**). Cette flore est principalement composée de germes saprophytes provenant du pis et des canaux galactophores, tels que les streptocoques lactiques et les lactobacilles. Bien que leur abondance puisse varier en fonction de l'alimentation, ces micro-organismes n'ont généralement pas d'effet significatif sur la qualité ou la production du lait (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Tableau 5: Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002).

Micro-organismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i> sp	30-90
<i>Lactobacillus</i> sp	10-30
<i>Streptococcus</i> sp ou <i>lactococcus</i> sp	<10
Gram négatif	<10

➤ Bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques constituent un groupe de micro-organismes caractérisé par leur capacité à fermenter les glucides pour produire de l'acide lactique. Ces bactéries, souvent des coques ou bacilles Gram positifs (**Axelsson, 2004**), sont présentes dans divers environnements, y compris le tube digestif humain, et jouent un rôle important dans la préparation de produits laitiers fermentés. En plus de leur utilisation courante dans les produits laitiers, les bactéries

lactiques peuvent être employées pour la fermentation de légumes, la vinification, et la marinade de poisson, de viande et de charcuterie (Prescott *et al.*, 2010).

La classification des bactéries lactiques, basée sur des caractères morphologiques, physiologiques, biochimiques et immunologiques, vise à définir des groupes distincts, notamment les streptocoques lactiques classés dans le groupe sérologique N (Sneath *et al.*, 1986).

3.3. La flore de contamination

La flore de contamination représente l'ensemble des micro-organismes susceptibles de contaminer le lait, depuis sa collecte jusqu'à sa consommation. Elle se divise en deux catégories principales : la flore d'altération, responsable de défauts sensoriels et d'une réduction de la durée de conservation, et la flore pathogène, pouvant poser des risques sanitaires (Vignola, 2002). Cette contamination peut avoir différentes origines, notamment l'environnement, le matériel de traite et de stockage, le sol, l'herbe et la litière. Les contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de divers micro-organismes pathogènes tels que *Clostridium*, les entérobactéries coliformes, et éventuellement *Salmonella* et *Yersinia*. Un contrôle rigoureux du lait est donc essentiel (Leyral et Vierling, 2007).

En outre, le lait provenant d'animaux malades peut contenir des agents pathogènes tels que *Streptococcus pyogenes* et d'autres germes responsables de mammites, ainsi que des agents d'infections générales tels que *Salmonella*, *Brucella*, et dans certains cas exceptionnels, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*, et *Bacillus anthracis*, entre autres (FAO, 1998).

3.3.1. Flore d'altération

La flore d'altération, faisant partie de la flore contaminante, est responsable de défauts sensoriels, de goûts, d'arômes, d'apparences ou de textures altérées dans les produits laitiers, ce qui réduit leur durée de conservation. Certains microorganismes nuisibles peuvent également être pathogènes, sans exclure cette possibilité. Les principaux genres de microorganismes identifiés comme flore d'altération comprennent *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes tels que *Escherichia* et *Enterobacter*, ainsi que les bactéries sporulées comme *Bacillus sp* et *Clostridium sp*, ainsi que certaines levures et moisissures (Richard, 1990 ; Vignola, 2002). Cependant, la corrélation entre la flore totale et certaines flores spécifiques, comme les coliformes et les bactéries thermorésistantes, est relativement

faible. Par conséquent, la simple mesure des germes totaux n'est pas suffisante pour évaluer correctement les risques associés à ces groupes microbiens, et il est nécessaire de compter certaines espèces bactériennes pour améliorer le diagnostic (**Institut de l'élevage, 2009**).

➤ **Flore thermorésistante :**

La flore thermorésistante comprend des bactéries capables de survivre aux traitements thermiques habituels utilisés pour stériliser ou conserver le lait, ce qui les rend dites thermorésistantes. Leur croissance ultérieure peut entraîner la protéolyse et la coagulation non acide du lait pasteurisé (**Cisse, 1997**).

- La flore thermorésistante totale est définie comme la flore restante après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou des traitements similaires (comme la pasteurisation HTST à 72 °C pendant 15 secondes).

- La flore moyennement thermorésistante ne succombe pas à un chauffage à 75°C pendant 12 secondes.

- La flore fortement thermorésistante résiste à un chauffage à 80°C pendant 10 minutes, comprenant notamment les spores bactériennes nécessitant des températures supérieures à 100°C (**FAO, 1998**).

➤ **Psychrotrophes :**

Les psychrotrophes sont des micro-organismes capables de croître à des températures inférieures à 7°C, en dépit de leurs températures de croissance optimales plus élevées (**Colin, 1989**). Cegroupe comprend des genres à Gram négatif tels que *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*, etc., ainsi que des genres à Gram positif comme *Micrococcus*, *Corynebacterium*, etc. En général, dans le lait, le genre dominant est *Pseudomonas* (**Monsallier, 1994**).

Ces micro-organismes produisent des enzymes telles que des lipases et des protéases résistantes à la chaleur, entraînant l'apparition de goûts désagréables dans les produits laitiers, tels que le goût amer, la rance et le putride (**Mourgues, 1983**).

➤ **Coliformes :**

Les coliformes, bactéries à Gram négatif et non sporulées, sont des organismes aérobies ou anaérobies facultatifs, comprenant les genres *Escherichia*, *Citrobacter*,

Enterobacter et *Klebsiella* (Cuq, 2007). Ces bactéries, fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C, sont souvent utilisées comme indicateurs de contamination fécale en microbiologie alimentaire, et leur présence élevée peut entraîner des intoxications alimentaires (Guiraud, 2003). Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique. (Guiraud, 2003). Les coliformes se divisent en deux catégories distinctes :

- Les non-fécaux, provenant de l'environnement général des vaches, détectés à 30°C.
- Les fécaux, issus principalement du tube digestif, sont plus thermotolérants (détectés à 44°C), incluant *Escherichia coli* (Jakob et Winkler, 2009). Les coliformes thermotolérants sont considérés comme des indicateurs de contamination fécale, signalant un risque potentiel de présence de pathogènes entériques tels que les salmonelles. Certains peuvent causer des infections opportunistes chez l'homme.

➤ **Levures et moisissures :**

- **Levures**

Les levures, des champignons caractérisés par leur prédominance en forme unicellulaire, se distinguent aisément des bactéries par leur taille plus grande et leur reproduction végétative, principalement réalisée par bourgeonnement. Leur reproduction sexuée conduit généralement à la formation d'asques (Larpen, 1997).

Ces micro-organismes sont fréquemment présents dans les industries alimentaires, où ils sont utilisés comme agents de fermentation, mais peuvent également agir en tant que microflore responsables de l'altération (Fadda *et al.*, 2010). Bien que souvent présentes dans le lait, les levures se manifestent rarement, et peu d'entre elles ont la capacité de fermenter le lactose. Les espèces associées au lait incluent *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefir*, toutes mentionnées par (Bourgeois *et al.*, 1996). Le genre *Torulopsis*, producteur de gaz à partir du lactose, présente une tolérance élevée aux pressions osmotiques et peut provoquer le gonflement de boîtes de lait concentré sucré (FAO, 2007).

- **Moisissures**

Les moisissures, des champignons microscopiques, sont des organismes eucaryotes hétérotrophes qui dépendent de la matière grasse, du sucre et des protéines pour leur carbone et leur azote nutritifs (Cahagnier, 1998).

Généralement, les aliments offrent des conditions idéales à leur croissance, pouvant entraîner des altérations telles que des changements d'apparence, de goût désagréable, voire la production de mycotoxines (**Cahagnier, 1998**). Bien que fréquemment présentes dans le lait, leur concentration moyenne ne dépasse généralement pas 10 unités formant colonies (UFC) par millilitre (**Michel et al., 2004**). Par ailleurs, certaines espèces de *Penicillium* sont utilisées pour former une « fleur » blanche sur la croûte des fromages à pâte molle et pour créer des veines de couleur bleue dans les fromages à pâte persillée (**FAO, 2005**).

➤ **Streptocoques :**

Les streptocoques fécaux, tels qu'*Enterococcus faecalis* et *E. faecium*, sont des bactéries commensales présentes dans l'intestin humain, avec des concentrations variant de 10^5 à 10^8 bactéries par gramme (**Clausenet al., 1977**). D'autres streptocoques du groupe D, comme *Streptococcus bovis*, sont plus souvent associés aux excréments d'animaux. Bien qu'ils colonisent principalement les intestins du bétail, des chevaux et de la volaille, ils peuvent également être détectés chez l'homme, signalant une contamination fécale ancienne (**Clausenet al., 1977**).

Ces bactéries montrent une grande résistance à des conditions environnementales défavorables, ce qui en fait des indicateurs potentiels de la qualité hygiénique du lait (**Cuq, 2007; Waes, 1973**).

3.3.2. Flore pathogènes

Tout comme la flore altérante, la flore pathogène est intégrée à la contamination du lait. Cette contamination peut être d'origine endogène, résultant de l'excrétion mammaire d'un animal malade, ou exogène, survenant par contact direct avec des troupeaux infectés ou par des sources externes telles que l'eau ou des interactions humaines (**Brisaboiset al., 1997**). Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru ou les produits laitiers dérivés, pouvant entraîner des malaises chez les consommateurs. Parmi les microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers, on trouve généralement des bactéries mésophiles telles que *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

➤ **Bactéries infectieuses :**

Les bactéries infectieuses nécessitent d'être viables dans les aliments au moment de la consommation pour exercer leur action. Une fois ingérées, elles perturbent le fonctionnement du système digestif, ce qui se traduit par différents symptômes courants tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête, et autres (**Brisaboiset al., 1997**).

- **Salmonelles**

Les salmonelles, entérobactéries, possèdent la capacité de fermenter le glucose avec production de gaz, à l'exception de *S. typhi*, tout en ne fermentant pas le lactose. Elles peuvent survivre et se multiplier dans des milieux privés d'oxygène, étant aéro-anaérobies facultatives. Leur plage de température de croissance va de 4°C à 47°C, avec une température optimale entre 35°C et 40°C. Ces bactéries résistent aux températures basses, à la réfrigération et à la congélation, et elles conservent leur capacité de multiplication dans un pH allant de 5 à 9, bien qu'elles soient sensibles à la fermentation lactique (**Jay, 2000; Guy, 2006**). Les salmonelles ont un tropisme particulier pour le système digestif et sont pathogènes pour l'homme et de nombreux animaux vertébrés. Les souches responsables des fièvres typhoïdes, telles que *S. Typhi* et *S. Paratyphi* A, B et C, en sont des exemples notables (**Balzer, 1976**).

La consommation de lait contaminé par des salmonelles expose à un risque de salmonellose, maladie dont les symptômes, similaires à ceux de la grippe, incluent fièvre, diarrhée et douleurs abdominales (**Streitet al., 2006**). La salmonellose représente l'une des principales causes de maladies d'origine alimentaire chez l'homme et peut entraîner des maladies sévères, voire mortelles, selon l'Organisation mondiale de la santé (**OMS, 2005**).

- **Listeria**

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous forme de petits bacilles à l'aspect régulier, arrondis aux extrémités, et ne forment ni capsule ni spore. Leur plage de croissance s'étend de 0 °C à 45 °C, avec une température optimale située entre 30°C et 37°C, dans des milieux dont le pH varie de 4,5 à 9,6. Dotées de flagelles péritriches, elles sont mobiles (**Lovett, 1989**).

Listeria monocytogenes est souvent considérée comme un pathogène alimentaire « parfait » en raison de son ubiquité, de sa grande résistance aux conditions extrêmes telles que la température et le pH, et surtout de sa capacité à se développer à des températures de réfrigération. Cette bactérie, Gram positif, est largement répandue dans la nature et peut

provoquer une toxi-infection, le plus souvent associée à la consommation de lait cru ou de fromages crus fabriqués à partir de laits contaminés. Principalement affectant les personnes fragiles ou immunodéprimées, la listériose se manifeste généralement par un syndrome grippal, pouvant être compliqué par une méningite, une méningo-encéphalite, ou entraîner des avortements chez les femmes enceintes (**Milhaud, 1999**).

- **Pseudomonas**

Le genre *Pseudomonas* regroupe des bacilles Gram négatif, dépourvus de spores, généralement mobiles grâce à un ou plusieurs flagelles polaires. Ce sont des organismes aérobies, chimioorganotrophes, présentant des caractéristiques catalase positive et oxydase positive. On les trouve fréquemment dans les laits crus réfrigérés (**Desmazeaud, 1997**).

Pseudomonas présente un intérêt particulier en raison de sa capacité à produire des enzymes qui contribuent à l'affinage, favorisant ainsi le métabolisme des bactéries lactiques par leur action bénéfique sur la pression (**Demarigny et al., 1997**).

- **Bactéries toxigènes :**

Les bactéries toxigènes sont celles qui produisent une toxine dans l'aliment, ce qui entraîne l'intoxication du consommateur. Ainsi, éliminer uniquement la bactérie ne suffit pas à éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, tels que la pasteurisation et même la stérilisation (**Lamontagne et al., 2002**). Les principaux micro-organismes toxigènes comprennent :

- **Staphylocoque**

Le genre *Staphylococcus*, appartenant à la famille des *Staphylococcaceae*, comprend des coques Gram positif, non sporulés et immobiles, principalement représentés par *Staphylococcus aureus*, responsable de contaminations dans le lait cru, notamment via les mammites (**Leyral et Vierling, 2007**). Cette bactérie, connue sous le nom de staphylocoque doré, est impliquée dans des infections aussi bien communautaires que nosocomiales (**Buyser et Lapeyre, 1994**). Elle est associée à un tiers des cas de mammites cliniques chez les vaches laitières, avec une résistance accrue aux antibiotiques dans les infections à long terme (**Lamprell, 2003**).

La consommation de toxines produites par *Staphylococcus aureus* peut causer des maladies gastro-intestinales sévères, notamment chez les individus vulnérables (**Crémouzet al., 2008**).

- **Clostridiiums sulfito-réducteurs**

Les clostridiiums sulfito-réducteurs sont des bâtonnets sporulés, mobiles, Gram positif et anaérobies stricts. Ils se trouvent généralement dans le sol, l'eau et le tube digestif des humains et des animaux. Leur pouvoir pathogène découle de la synthèse de toxines (**Lamontagneet al., 1996**).

Ces bactéries contaminent de nombreux produits alimentaires tels que le lait, l'eau, la viande, les aliments fermentés ou congelés, et surtout les conserves alimentaires (**Larpenet,1997**). Le botulisme, bien que rare, est une maladie potentiellement grave provoquée par la toxine produite par *Clostridium botulinum*. Cette toxine bloque la neurotransmission des systèmes nerveux périphérique et autonome, et la maladie se caractérise par des paralysies flasques, symétriques et descendantes sans atteinte du système sensoriel. L'intoxication botulique résulte de l'ingestion directe de toxine botulique préformée dans un aliment (**Espiéet al., 2003**).

- **Les virus et les parasites**

Les virus et les parasites sont des agents pathogènes qui peuvent être présents dans l'industrie laitière, entraînant des risques pour la santé.

- a) **Virus :**

Parmi les principaux virus associés à l'industrie laitière, on trouve le virus de l'hépatite A et les bactériophages. Ces derniers attaquent les jeunes bactéries ou celles en fermentation pendant leur phase de multiplication exponentielle(**Lamontageet al., 2002**). Le virus de la peste bovine et de la fièvre aphteuse peut également être présent dans le lait, étant excrété avant et après l'apparition clinique de la maladie. Le virus de la peste bovine est détruit par la pasteurisation (**Seydi, 1982**).

Les entérovirus et les adénovirus, souvent excrétés dans les selles de personnes cliniquement saines, peuvent contaminer largement les réserves de lait. Ainsi, le lait cru et le lait contaminé après pasteurisation sont probablement impliqués dans la propagation de ces virus (**Baazize et Benghodbane, 2009**).

b) Parasites :

La consommation de lait peut entraîner diverses parasitoses telles que la balantidiose, la dysenterie amibienne, la toxoplasmose, etc. Dans certains cas, le lait est contaminé par des œufs de métazoaires, causant chez le consommateur des affections telles que l'ascaridiose et l'oxyurose (**Monote, 1977**). Il est indéniable que certaines affections parasitaires transmises par l'alimentation peuvent également être transmises par le lait (**Baazize et Benghodbane, 2009**).

4. Composants indésirables du lait

La mamelle est un émonctoire et son lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal. Ces substances peuvent être soit le constituant original, soit les composés dérivés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement (pesticides), des médicaments prescrits aux animaux (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (**Mahieuet al., 1977**). Ces contaminations sont particulières car il est souvent difficile d'évaluer les effets à long terme sur la santé (**Mueller et Schroeder, 1978**). Les mesures de prévention continuent d'être la pratique la plus rationnelle et la plus efficace.

4.1. Antibiotiques

Ils peuvent être responsables d'allergies et de cancers pour le consommateur. Ils peuvent aider à développer une flore endogène antibiorésistante chez les sujets sensibles. Les limites maximales de résidus (LMR) sont définies pour chaque principe actif pour ces substances, comme pour tous les médicaments vétérinaires, afin de définir un temps d'attente pendant lequel la commercialisation du lait est interdite. La présence d'antibiotiques est recherchée dans chaque livraison de lait (**Cauty et Perreau, 2009**). Les antibiotiques dans le lait présentent un double inconvénient, surtout si ces substances sont utilisées localement pour traiter les mammites (**Jacquet, 1969**).

4.2. Métaux

Le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure font partie des métaux susceptibles de contaminer le lait à des niveaux dangereux pour la santé (**Vanier, 2005**).

4.3. Les pesticides

Les résidus de pesticides sont des substances polychlorées, liposolubles, et s'accumulent donc dans les graisses de réserve. Les substances emmagasinées sont rapidement remises en circulation lors de la fonte des graisses, ce qui peut entraîner des symptômes d'intoxication (**Beroza et Bowman, 1996**). Les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes sont détruits par ces produits. Tous ont un niveau de toxicité pour l'homme (**Florence, 2010**).

2^{ème} partie :

Etude expérimentale

Matériel et méthodes

I. L'objectif :

Le lait est un élément fondamental dans l'alimentation humaine et l'industrie agroalimentaire, notamment pour la nutrition des jeunes. Sa collecte, son traitement et sa distribution suivent des normes strictes pour assurer la qualité et la sécurité alimentaire. Cependant, les microorganismes présents dans notre environnement trouvent dans le lait un substrat idéal, impliquant ainsi, un développement de microorganismes et diminuant la salubrité du produit, l'objectif de notre travail est de :

- Apprécier la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru
- Recenser les échantillons conformes ou non à la transformation

II. Lieu et période de travail :

Notre travail a été effectué du 15 février au 15 avril 2024 au niveau du laboratoire de physico-chimie et du laboratoire de microbiologie de laiterie des ARIB à Ain Defla.



Figure 3. Laiterie d'Arib Wilaya d'Ain Defla (photo personnelle).

III. Matériel et Méthodes

1. Matériel biologique :

L'étude a porté sur 44 échantillons de lait de vache destinés pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques, ainsi que pour la recherche des résidus d'antibiotiques. Les échantillons sont prélevés des cuves à l'arrivée des camions citernes et sont identifiés par une étiquette qui comporte la date de prélèvement et le nom de la région de provenance.

2. Méthode de prélèvement :

Pour les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques, une louche en acier est utilisée pour prélever le lait à l'intérieur du réservoir.

Pour les analyses microbiologiques, les échantillons sont prélevés aseptiquement en respectant les règles d'asepsie, en désinfectant les mains et en utilisant des flacons stériles identifiés (60ml). La louche est stérilisée avec de l'alcool avant chaque prélèvement et les échantillons sont mélangés énergiquement avant d'être placés dans les flacons stériles identifiés.

3. Méthode d'analyse

La figure ci-dessous résume les différents paramètres retenus pour l'analyse physico-chimique et microbiologique de nos échantillons

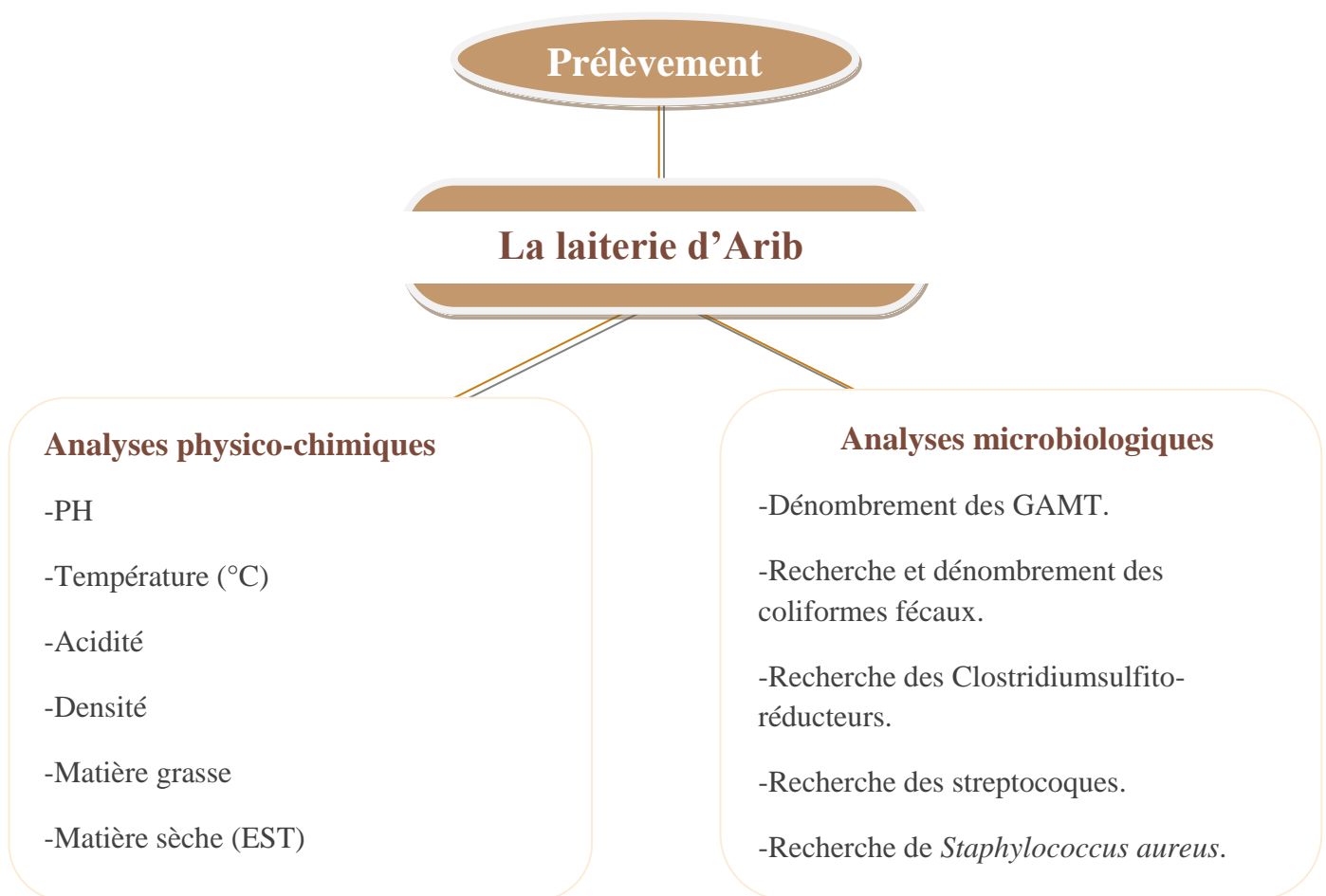


Figure 4. Les différentes étapes d'analyses effectuées dans notre travail (protocole expérimentale).

3.1.L'analyse physico-chimique du lait cru

Les principales caractéristiques physico-chimiques du lait, telles que le pH, l'acidité, la densité, ainsi que quelques paramètres chimiques, tels que l'extrait sec total et dégraissé, ainsi que le taux de matière grasse, ont été recherchés dans cette études respectant les méthodes officielles établies par **AFNOR**. L'objectif de cette analyse est de mettre en évidence l'efficacité de l'analyse physico-chimique dans ladétection de la fraude de lait cru.

3.1.1. Détermination de l'Acidité D0

Principe : Ce paramètre est mesuré à l'aide d'une base (NaOH) (N/9) en présence de phénol phtaléine (solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol 95%, indicateur coloré).

Mode opératoire :(NF V.04 206 ; Kabir 2015)

- Mettre la soude Dornic dans le récipient de l'appareil.
- Remplir la colonne graduée de soude Dornic en appuyant sur le récipient en plastique.
- A l'aide d'une seringue ou d'une pipette, prélever 10ml de lait. Verser cet échantillon dans un Bécher. Ajouter quelque goutte de phénolphtaléine dans le lait.
- Ouvrir le robinet, laisser couler goutte à goutte la soude dans l'échantillon en remuant doucement. Attendre l'apparition d'une coloration rose pâle persistant quelques instants.
- Lire sur la colonne, la graduation correspond au niveau de la soude, le nombre de dixièmes de ml de soude titrée indique l'acidité du lait en degré Dornic.



Figure 5. Acidité Dornic (photo personnelle).

1.1. Mesure de pH

Principe : le pH représente la quantité d'ions H^+ présents dans une solution. L'évaluation du pH permet de déterminer l'acidité du lait. Il est considéré comme frais lorsque son pH se situe entre [6,4 et 6,8].

Mode opératoire :

- Étalonner le pH mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

Expression des résultats : le résultat est affiché directement sur le pH mètre.

3.1.2. Température (T°)

Mode opératoire :

- Introduire dans un bécher une quantité de lait, puis plonger le thermomètre dans le bécher et prendre la température de lait.
- La valeur de la température est affichée en tenant le thermomètre dans une position légèrement inclinée



Figure 6. Mesure du pH et de température (photo personnelle).

3.1.3. La densité

Principe : c'est le quotient de la masse d'un certain volume de lait à 20°C par ce volume. L'unité : g/ml ou g/cm³.

Mode opératoire :

- Agiter le lait, laisser au repos dans une enceinte de 20 °C.
- Verser le lait dans l'éprouvette inclinée pour éviter la formation de mousse.
- Plonger le lactodensimètre de façon à avoir un débordement de lait en faisant un léger mouvement de rotation.
- Attendre 30 sec à une minute avant la lecture.

Expression des résultats : lire la température et exprimer le résultat en g/l en faisant.

La correction :

- Si la T°C est supérieur à 20°C, augmenter la masse volumique lue de 0,0002 par degrés au-dessus de 20°C
- Si la T°C est inférieur à 20°C diminuer la masse volumique lue de 0,0002 par degrés au-dessous de 20°C.



Figure 7.Densitomètre (photo personnelle).

3.1.4. Détermination de La Matière Grasse "MG"

Principe : l'attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool iso amylique de la MG libérée.

Mode opératoire :(AFNOR 1986)

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique, ajouter 11 ml de lait à l'aide de la pipette sans mouiller le col et en évitant un mélange prématuré entre le lait et l'acide.
- Verser à la surface du lait 1 ml d'alcool iso amylique, boucher en suite avec soin le butyromètre. Agiter avec précaution mais rapidement jusqu'à disparition des grumeaux, le remettre à sa position initiale et attendre que l'ampoule soit complètement vidée. Après six retournements successifs, l'agitation est suffisante et le mélange est homogène.
- Après agitation ne pas laisser refroidir le butyromètre, et si nécessaire le réchauffer au bain d'eau 65°C.



Figure 8.Détermination de la matière grasse (photo personnelle).

- Centrifuger 5 min, au sortir de la centrifugeuse, modifier s'il y a lieu le réglage du plongeur le butyromètre verticalement, bouchon en bas dans le bain d'eau et laisser 5 min, le niveau doit recouvrir l'ampoule terminale du butyromètre.



Figure 9. Centrifugeuse (photo personnelle)

3.1.5. Détermination de la matière sèche (EST)

Principe : L'utilisation de l'énergie micro-onde par la micro-onde SAM155 permet de sécher les échantillons. Seuls les composants polaires tels que l'eau l'absorbent facilement, tandis que les autres restent relativement froids, ce qui constitue le résidu sec.

Mode opératoire :(NF VO4 207, AFNOR 1980)

Pour déterminer un pourcentage d'extrait sec :

- On appuie sur START, il va nous demander de préparer la prise de pesée, on va mettre à l'intérieur la coupelle et on appuie sur T pour tarer.
- Fait répartir l'échantillon sur la coupelle jusqu'à obtenir environ 2g et ferme l'appareille. Il va commencer à chauffer pour évaporer l'eau et déterminer le pourcentage d'extrait sec.
- Les mesures sont faites par l'appareille a mis de 25min à 30min.

Ou :

- On peut déterminer la MS par calcule en appliquant la formule de FLEINSHMAN.

$$\text{MST (g/l)} = 1.2\text{MG} + 2.665(\text{d} - 1000)$$

MST : matière sèche totale.

MG : matière grasse.

d : densité

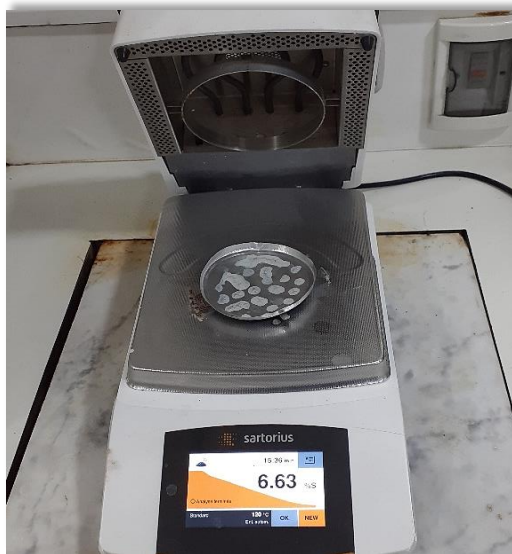


Figure 10. Appareil de la matière sèche (photo personnelle).

3.1.6. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé "ESD"

Principe : La teneur en éléments secs débarrassés de la matière grasse est représentée par le taux de l'extrait sec dégraissé, qui est beaucoup plus constante que la matière sèche totale et est toujours proche de 90 g/l. La quantité d'extrait sec dégraissé est calculée en supprimant la quantité de matière grasse à l'EST. (NF V04 : 207, 1970 ; Salhi-Medjoudi, 2013)

- On calcule la teneur en ESD de la manière suivante :

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

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : Extrait entièrement sec.

MG : Matières grasses.

3.1.7. Résidus d'antibiotique :

Principe : Grâce à ce test, il est possible de repérer rapidement les résidus actifs d'antibiotique de la famille des β -Lactames/céphalosporines (pénicilline, ampicilline, Céphalonie...) et des Tétracyclines, qui sont utilisés pour prévenir et traiter les infectieuses laitières.

Mode opératoire :

- La recherche des résidus d'antibiotiques se fait par un appareil « incubateur » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm.
- Sortir le coffret contenant les bandelettes du réfrigérateur et le mettre à température ambiante.
- Allumer l'appareil jusqu'au signal rouge.
- Ajouter 0,3ml du lait cru prélevé avec la micropipette à l'intérieur de ces tubes (réactif).
- Ajouter une bandelette de migration dans le tube.
- Placer les tubes en plastique dans l'un des puits de l'incubateur stabilisé à $40 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Incuber pendant 5 minutes.

Expression des résultats : Retirer la bandelette du tube en plastique et lire immédiatement le résultat visuellement.



Figure 11. Antibiotique (photo personnelle).

3.2.L'analyse microbiologique du lait cru

L'analyse microbiologique utilise des techniques d'étude et de dénombrement des microorganismes (études quantitatives, isolement et identification). Les analyses réalisées dans le cadre de cette étude étaient basées sur les spécifications microbiologiques décrites dans le Journal Officiel de la République Algérienne **JORA (1998)**.

➤ **Recherche des micro-organismes dans le lait et les produits laitiers**

L'appréciation de la qualité microbiologique du lait et des produits laitiers constitue un outil essentiel à l'évaluation de l'application des règles de bonne pratique et au respect des règles d'hygiène générales aussi bien à la ferme qu'à l'usine. Toute contamination extérieure fausse le résultat de l'analyse, il est primordial de respecter les indications élémentaires des bonnes pratiques de manipulation de laboratoire.

Préparation des dilutions décimales :

- Faire une homogénéisation adéquate du produit à examiner ou de sa suspension, puis à l'aide d'une pipette stérile de 1 ml, prélever 1 ml de produit.
- Le volume prélevé est placé de manière aseptique dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, ce qui permet d'obtenir une dilution de 1/10 ou 10^{-1} ; le tube est agité manuellement ou à l'aide d'un mix-tube pour obtenir une dilution homogène. Ensuite, la pipette est dirigée vers un récipient contenant de l'eau javellisée.
- Extraire 1 ml de la dilution au 1/10 en utilisant une pipette stérile neuve.
- Replacer la pipette dans un deuxième tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile afin d'obtenir une dilution de 1/100 ou 10^{-2} .
- On procède à une troisième opération de la même façon pour obtenir une dilution au 1/1000 ou 10^{-3} .

3.2.1. **Protocole de recherche des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)**

✓ **Mode opératoire :**

Principe :

Cette méthode consiste à identifier et à évaluer les germes aérobies présents dans les aliments en comptant les colonies à 30°C. Cette méthode vise à garantir les conditions optimales pour un développement maximum des germes dans une gélose riche à une température appropriée.

Milieu de culture :

- Gélose PCA

Ensemencement :

- Effectuer la préparation des dilutions décimales
- Prélever 1 ml de chaque dilution et le mettre dans une boîte de Pétri vide.
- Ajouter 12 à 15 ml de gélose PCA.
- Fermer la boîte et homogénéiser le contenu par des mouvements de (8).
- Laisser les boîtes se solidifier sur la payasse à température ambiante.

Incubation : Incuber les boîtes à $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant une période de 72 ± 3 heures.

La lecture : Les colonies lenticulaires, de couleur blanchâtre et de petite taille, se développent avec un diamètre de 0,5mm.

Pour le dénombrement, il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.

3.2.2. Protocole de recherche des Coliformes fécaux

✓ **Mode opératoire :**

Principe :

Les coliformes dans les échantillons alimentaires peuvent être identifiés grâce à cette méthode. Les dilutions décimales, qui sont déterminées en fonction de la charge microbienne tolérée par la réglementation, sontensemencées dans leur gélose sélective pour être dénombrées après incubation à des températures appropriées.

Milieus de culture :

- Gélose Desoxycholate ou Gélose VRBL.

Ensemencement :

- Effectuer la préparation des dilutions décimales
- Prélever 1 ml de chaque dilution et le déposer dans une boîte de Pétri stérile.
- Ajouter 12 à 15 ml de gélose VRBL.
- Fermer la boîte et homogénéiser le contenu par des mouvements de <8>.
- Laisser les boîtes se solidifier sur la paillasse à température ambiante.

Incubation : Les boîtes de recherche des Coliformes fécaux sont placées dans une étuve à 44 C° ± 1C° pendant 24 heures et 3 heures.

La lecture: Des colonies rouges apparaissent en masse de 0.5 mm de diamètre. Le nombre de colonies trouvé sera multiplié par l'inverse de la dilution.

3.2.3. Protocole de recherche de *Staphylococcus aureus*

✓ Mode opératoire :

Principe :

En ce qui concerne la recherche de *Staphylococcus aureus*, l'utilisation du bouillon d'enrichissement est nécessaire pour donner au germe le maximum de chance pour pousser puis l'isoler sur un milieu gélosé sélectif.

Milieus de culture et réactif :

- Bouillon Giolitti Cantoni.
- Tellurite de potassium
- Gélose Chapman ou Gélose Baird Parker

a) Enrichissement :

- Préparer les dilutions décimales (10^{-1} à 10^{-3}) de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 15 ml de Tellurite de potassium (représente une ampoule et demi) au flacon de 225 ml de bouillon Giolitti Cantoni.
- Prélever 1ml de chaque dilution et ajouter 15 ml de bouillon Giolitti Cantoni.

Incubation : Incuber les tubes à l'étuve de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 24 h à $48 \text{ h} \pm 3\text{h}$.

La lecture : On observe un changement de couleur, par un virage du tube au noir.

b) Isolement :

- A partir des tubes positifs, une goutte est prélevée etensemencée sur la gélose Chapman par des stries serrées.
- Placer les boîtes dans une étuve à une température de $37^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures \pm 3 heures.

La lecture : Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent sphériques et de couleur jaune. Il est important de confirmer le résultat par la réalisation du test catalase.

Test de catalase :

La catalase est une enzyme contenant du Fer, qui catalyse la décomposition de peroxyde d'oxygène (H_2O_2) en H_2O . La catalase a été révélée en déposant sur une lame en verre propre, une colonie bactérienne en présence de H_2O_2 . Une réaction catalase positive se traduit par l'apparition de bulles, suite au dégagement d'oxygène.

3.2.4. Protocole de recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs

✓ Mode opératoire :

Principe

Cette méthode permet d'identifier la présence de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les échantillons à analyser. Le test implique d'éliminer la forme végétative des micro-organismes et de laisser la forme sporulée après un traitement thermique et une vérification dans une gélose sélective dans des conditions favorables pour leur développement.

Le milieu de culture et les réactifs:

- Viande de foie (VF).
- Alun de fer.
- Sulfite de sodium.

Ensemencement:

- Préparer la gélose VF en utilisant les additifs Alun de fer et Sulfite de sodium.
- Préparer les dilutions décimales de 10^{-1} et 10^{-2} .
- Ensemencer en tube anaérobie :
- Prélever 1ml de la suspension dans un tube sec.
- Mettre dans un bain d'eau à 80°C pendant 10 minutes pour détruire la forme végétative.
- Mettre les tubes chauds directement sous l'eau courante froide pour avoir le choc thermique qui provoque la germination des spores.
- Remplir le tube avec environ 20 ml de gélose VF pour assurer l'anaérobiose.
- Laisser les tubes se solidifier sur la payasse.

Incubation : Incuber les tubes dans une étuve à une température de $46^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant une période de 24 à 48 heures \pm 3 heures.

Lecture : Faire une première lecture après 16 h d'incubation et dénombrer les colonies noires qui se développent sur la gélose. Si aucune colonie est décelée, poursuivre l'incubation pour 24h voire 48h.

3.2.5. Protocole de recherche de Streptocoques fécaux (Entérocoques)

✓ Mode opératoire :

Principe :

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe (D) de la classification de Lancefield sont recherchés dans un milieu liquide en utilisant la méthode du nombre le plus probable (NPP). Ce procédé nécessite l'utilisation de deux tests simultanément, à savoir :

- Le test de présomption effectué sur le milieu de Rothe S/C.
- Le test de confirmation effectué sur le milieu Eva Litsky.
 - **Présomption de test:**

Réaliser une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe S/C dans un porte-tube, avec trois tubes par dilution. À partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , il est nécessaire de porter 1 ml de manière aseptique dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution spécifique. Mélanger délicatement l'inoculum dans le milieu.

Incubation : L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

La lecture: Sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien.

N.B : Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

○ Test de confirmation :

Il sera donc nécessaire de repiquer chaque tube de Rothe positif en utilisant une anse bouclée sur le tube contenant le milieu Eva Litsky. Mélanger correctement l'inoculum dans le milieu d'incubation.

L'incubation : sera effectuée à une température de 37°C pendant une durée de 24 heures.

La lecture : les tubes qui présentent à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube sont considérés comme positifs. Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady.

Résultats et discussion

I. Résultats :

1. Analyses physico-chimiques:

Les résultats globaux des analyses physico-chimiques portant sur les 44 échantillons de lait cru de vache sont rapportés dans **L'annexe 1**.

1.1. Normes des paramètres physico-chimiques du lait cru selon J.O.R.A (1998) :

La qualité physico-chimique du lait cru doit obéir à des normes définies en Algérie ces normes sont établies et regroupé dans le **tableau 1**, ces tests sont tirés du journal officiel de la république algérienne **J.O.R.A (1998)**.

Tableau 6 : Les paramètres physico-chimiques du Journal officielle de la république algérienne.

Paramètres	T(C°)	pH	AC (°D)	Densité (g/m ³)	MG (g/l)	EST (g/l)	ESD (g/l)
Normes	1-6	6,4-6,8	14-18	1030-1034	34-40	125-130	90-95

AC : Acidité titrable (Dornic)

MG : Matière grasse

EST : Extrait sec totale

ESD : Extrait sec dégraissé

1.2. Interprétation des résultats d'analyses physico-chimique selon les normes de J.O.R.A :

Les résultats d'analyse physico-chimique de nos échantillons sont rapportés dans le **tableau 2** selon les normes du **J.O.R.A (1998)**.

Tableau 7: Interprétations des résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons du lait cru selon les normes du **J.O.R.A (1998)**.

Paramètres	Les échantillons		
	<normes	= normes	>normes
Acidité	00	42	02
pH	01	43	00
T°	00	05	39
Densité	02	42	00
MG	19	24	01
EST	34	09	01
ESD	43	00	01

Résultats et discussion

L'interprétation des résultats des analyses physico-chimiques ont montré que :

- 02/44 des échantillons ont une acidité supérieure aux normes.
- 01/44 des échantillons ont un pH inférieur aux normes.
- 39/44 des échantillons ont une T° supérieure aux normes.
- 02/44 des échantillons ont une densité inférieure aux normes.
- 19/44 des échantillons ont un taux de MG inférieur aux normes.
- 34/44 des échantillons ont un taux ESD inférieur aux normes.
- 43/44 des échantillons ont un taux EST inférieur aux normes.

1.3. Interprétation des résultats des résidus d'antibiotique

Le résultat des résidus d'antibiotiques sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Interprétations des résultats des résidus d'antibiotique des échantillons du lait cru selon les normes du **J.O.R.A (1998)**.

Antibiotique	Normes (JORA)	Résultats conformes aux normes	Résultats non conformes aux normes
	Absence	42	02

L'interprétation des résultats du résidu d'antibiotiquea montré que :

- 02/44 des échantillons renferment l'antibiotique. Donc, non conformes aux normes.

2. Analyses microbiologiques

Les résultats globaux des analyses microbiologiques portant sur les 44 échantillons de lait cru de vache sont rapportés dans **L'annexe 2**.

2.1. Normes des paramètres bactériologiques du lait cru selon J.O.R.A (1998) :

La qualité bactériologique du lait cru doit obéir à des normes définies en Algérie **J.O.R.A (1998)**. Ces normes sont établies et regroupé dans le **Tableau 3**

Tableau 9: Critères microbiologiques du lait cru selon **J.O.R.A (1998)**.

Bactéries	Normes
<i>Germes aérobies 30 à °C</i>	10 ⁵
<i>Coliformes fécaux</i>	10 ³
<i>Streptocoques fécaux</i>	Absence\0,1 ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	50

2.2. Interprétation des résultats d'analyses bactériologique selon les normes de J.O.R.A(1998):

Les résultats d'analyses bactériologiques de nos échantillons sont regroupés dans le tableau ci-dessous (**Tableau 4**).

Tableau 10: Interprétation des résultats d'analyse bactériologique des différents échantillons du lait cru selon les normes du **J.O.R.A (1998)**.

<i>Bactérie</i>	<i>Satisfaisants</i>	<i>Non satisfaisants</i>
<i>Germes aérobies</i>	00	44
<i>Coliformes fécaux</i>	25	19
<i>Streptocoques fécaux</i>	44	00
<i>Staphylococcus aureus</i>	40	04
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	44	00

Satisfaisants : conformes aux normes. **Non satisfaisants** : non conformes aux normes.

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques ont révélé que :

- Tous les échantillons renferment une flore aérobie mésophile totale supérieure aux normes.
- 19/44 des échantillons renferment de coliformes fécaux.
- Tous les échantillons sont exempts des Streptocoques fécaux.
- 04/44 des échantillons contiennent des *Staphylococcus aureus*.
- Tous les échantillons sont exempts de *Clostridium sulfito-réducteurs*.

II. Discussion :

L'analyse physico-chimique a montré que le lait cru de vache, collecté par la laiterie ARIB dans la région d'Ain Defla, présente une bonne qualité hygiénique en termes de pH, d'acidité et de densité.

L'analyse des résultats de l'acidité Dornic montre que 42\44 échantillons sont conformes aux normes algériennes. De la même manière, les échantillons étudiés par (**Seddaoui et al.,2018**) du lait cru de vache réceptionné dans les laiteries de l'Ouest Algérien, avaient une acidité Dornic proche de nos résultats. Nos résultats nous permettent de considérer que la majorité de nos échantillons comme frais. En effet, pour être considéré comme tel, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale à 18 °D. L'acidité Dornic est le résultat de l'acidité

Résultats et discussion

naturelle du lait (liée à sa richesse en protéines et minéraux) (ISO 15213, 2003). C'est un indicateur du degré de conservation du lait, naturellement le lactose contenu dans le lait se dégrade progressivement en acide lactique par les bactéries. Moins le lait est frais, plus il contient d'acide lactique (Abdurahman, 2004).

Dans nos résultats, la majorité des échantillons avaient un pH qui répond aux normes du J.O.R.A(1998), ceci suppose une bonne qualité hygiénique de nos échantillons. Un seul échantillon présentait un pH de 6,36. Sachant que, selon (Labioui *et al.*, 2009), La valeur du pH peut être utilisée comme indicateur de la qualité hygiénique du lait. Des variations peuvent survenir, influencées par le climat, le stade de lactation, la disponibilité alimentaire, l'apport hydrique, l'état de santé des vaches et les conditions de la traite.

A l'issu des résultats de la densité, on remarque que nos échantillons ont présenté des valeurs se situant entre 1028 et 1033g/m³, ce qui correspond aux normes. Ces résultats se rapprochent des valeurs mentionnées par certains auteurs, tels que (Tir Elhadj *et al.*, 2015), qui ont mesuré une densité située entre 1028 et 1035 g/m³.

Un nombre de 2 prélèvements avaient une faible densité selon les valeurs recommandées par le J.O.R.A(1998). Ceci indique une possibilité d'ajout frauduleux d'eau (mouillage) par certains éleveurs, mais une faible disponibilité alimentaire, un mauvais rationnement, une faible teneur en solides et en graisses peuvent aussi être à l'origine d'une valeur de densité faible (Mathieu, 1998).

Parallèlement, la non-conformité physico-chimique majeure se situe au niveau de la température, de la matière grasse, de l'ESD et de l'EST, ce qui indique des problèmes de conservation et de composition.

Pour la température du lait frais juste à la réception, tous les échantillons étudiés présentaient une température qui dépasse la norme nationale J.O.R.A (1998). D'après les études de (Seddaoui *et al.*, 2018), qui a rapporté des résultats similaires aux nôtre, indiquant que tous les échantillons étudiés dépassent la norme nationale. Toutefois, un nombre de 39 échantillons correspondent aux normes admises variables de 5 à 10 °C, en effet, conformément aux exigences du Règlement 853 de la Fédération nationale des producteurs de lait, pendant le transport, la chaîne du froid doit être maintenue stable, et la température du lait ne doit pas dépasser 10 °C à son arrivée à la laiterie (Belgherbi *et al.*, 2015), ceci est primordial pour garantir une bonne qualité microbiologique du lait.

Résultats et discussion

Pour la matière grasse, 24 échantillons avaient des valeurs qui oscillent entre 34 et 40, tandis que 19 échantillons se situent en dessous des normes **J.O.R.A (1998)**, à l'exception d'un prélèvement largement supérieur à la norme. Dans l'étude de (**Tir Elhadj et al., 2015**), les valeurs de matière grasse étaient inférieures à la norme prescrite par la loi algérienne, qui fixe un minimum de 34 g/l. Ces résultats suggèrent une alimentation qui n'est pas en adéquation avec les besoins nutritionnels des vaches, car la variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et mais aussi l'alimentation (**Saidane et al., 2022**).

Les résultats de l'ESD et l'EST montrent que 34 et 43 échantillons respectivement sont inférieurs aux normes requises (90-95g/l). Ces résultats trouvés sont similaires avec ceux de (**Bousbi et al., 2018**) et (**Tir Elhadj et al., 2015**) qui ont trouvé des valeurs d'ESD toutes inférieures à 88 g/l. Dans l'étude de (**Matallah et al., 2017**) la valeur moyenne de l'EST était inférieure aux normes (120 g/l).

En effet, le lait est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une suspension (substances azotées) et une émulsion (graisse). La composition de ces principaux nutriments, constituant l'extrait sec total, qui peut varier considérablement selon le type d'aliment consommé et mis à disposition des animaux à chaque saison de l'année. Elle varie aussi en fonction de plusieurs autres facteurs, tels que la race et l'âge des animaux, le stade de lactation, les pratiques d'élevage et la formulation alimentaire adoptée par chaque éleveur (**Labioui et al., 2009**).

Une absence totale des traces d'antibiotiques dans la majorité des échantillons analysés (42/44), dévoile une compatibilité avec les normes du **JORA (1998)** qui exigent une absence totale dans le lait cru.

Cette absence renseigne sur le bon état de santé des vaches et leur alimentation exempte de traitement. (**Donkor et al., 2007**) confirme que l'usage contrôlé des antibiotiques par des éleveurs et les vétérinaires ainsi que le respect des délais d'attente après traitement des animaux conduisent à l'absence des résidus d'antibiotiques dans le lait et les autres denrées d'origine animale.

L'analyse bactériologique des laits crus montre une contamination importante de tous les échantillons par les GAMT présents dans le lait analysé dépassant le seuil établi par la norme algérienne. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres recherches réalisées en

Algérie. Les études menées par (**Seddaoui et al., 2018**) sur le lait cru de vache réceptionné dans les laiteries de l'Ouest Algérien (Mostaganem) ont mis en évidence une forte contamination par la flore mésophile dans tous les échantillons prélevés dans les cuves de réception des laiteries étudiées. De la même manière, Les travaux réalisés à Tizi-Ouzou par (**Ameur et al., 2011**) ont également révélé une forte contamination dans le lait cru de vache.

La flore mésophile aérobie totale (FTAM) est un indicateur clé de la qualité hygiénique du lait cru, déterminant sa durée de conservation. La contamination observée s'explique par le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène lors de la traite, ainsi que par une mauvaise conservation du lait à la ferme et pendant son transport vers l'usine (les températures élevées confirment ces résultats).

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux montrent que 25/44 d'échantillons répondent aux normes. Nos résultats sont similaires à ceux d'autres échantillons prélevés dans les différentes laiteries. D'après les études de (**Seddaoui et al., 2018**) dans l'ouest Algérien, et (**Hamiroune et al., 2014**) dans les régions de Jijel et Blida, des valeurs élevées de coliformes fécaux ont été signalés, confirmant ainsi la prévalence de ce problème dans la chaîne de production laitière algérienne.

La présence de coliformes fécaux dans le lait cru indique généralement une contamination fécale exogène, permettant ainsi d'évaluer l'état hygiénique du lait. Même à de faibles niveaux, ces microorganismes sont des indicateurs fiables de conditions d'hygiène dégradées lors de la traite ou du transport, comme le souligne (**Labioui et al., 2009**). En effet, cela résulte directement de la négligence des règles d'hygiène les plus élémentaires dans certaines exploitations, comme le lavage du pis avant et après la traite. La traite manuelle augmente les risques de contamination du lait par ces germes en multipliant les surfaces de contact entre le lait et les microorganismes de l'environnement, surtout lorsque ce dernier est souillé. En parallèle, nous avons noté une absence totale de streptocoques fécaux dans le lait cru reçu, résultat conforme aux normes. De la même manière nous avons noté une absence de contamination par les *Clostridium* sulfito-réducteurs conformément aux normes du **J.O.R.A (1998)**. Nos données sont similaires avec celles rapportées par (**Seddaoui et al., 2018**), où une meilleure qualité en termes de contamination par *Clostridium* sulfito-réducteur a été enregistrée à Mostaganem. En revanche, l'étude de (**Aggad et al., 2009**) sur la qualité microbiologique de plusieurs échantillons de lait cru analysés dans les régions de Tiaret a révélé un taux de contamination élevé.

Résultats et discussion

Pour la recherche des *Staphylococcus aureus*, 4 échantillons de lait cru se sont révélés contaminés. Comparativement aux résultats du lait cru de vache obtenus par **(Tir Elhadj et al., 2015)**, et **(Seddaoui et al., 2018)** où ils ont observé une absence totale de *Staphylococcus aureus* dans tous les échantillons.

Cette bactérie est l'une des principales causes de maladies d'origine alimentaire, résultant de la consommation d'aliments contaminés par des entérotoxines thermostables, ce qui peut représenter un risque réel pour la santé publique **(De Buyser et al., 1996)**. La contamination des laits par *Staphylococcus aureus* est le plus souvent liée aux mains du personnel et le non-respect des conditions d'hygiène, elle pourrait être aussi la conséquence des mammites.

Il est important de noter que le lait cru infecté par *Staphylococcus aureus* doit subir une pasteurisation élevée (à 85 °C pendant 15 secondes) avant son orientation vers la consommation humaine et/ou la transformation **(Brisabois et al., 1997)**, et si après pasteurisation cette flore persiste. Dans le lait, il doit être impérativement jeté afin d'éviter qu'une intoxication alimentaire ne soit déclarée chez le consommateur **(Minor et Marth, 1976)**.

Malgré certains niveaux de paramètres inférieures aux normes nationales, le lait cru produit présente des qualités physicochimiques relativement bonnes et est nutritionnellement acceptable. Enfin, l'absence de résidus d'antibiotiques dans presque tous les échantillons indique une utilisation contrôlée de ces médicaments chez les vaches. Cependant, la présence de coliformes fécaux, de germes aérobies et de *Staphylococcus aureus* dans plusieurs échantillons pointe vers des insuffisances dans les pratiques d'hygiène lors de la traite et du transport.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de lait cru de vache provenant de la laiterie « ARIB » à Aïn Defla, tout en comparant les résultats obtenus avec les normes Algériennes.

L'étude des échantillons a révélé des défis importants en matière de qualité microbiologique et physico-chimiques de conformité aux normes sanitaires. Les échantillons présentent un taux élevé de germes aérobies et de coliformes, combinée à une température de réception souvent inadéquate. Ces résultats soulignent la nécessité d'améliorer les pratiques d'hygiène lors de la traite et du transport. Toutefois, l'absence de Streptocoques, de *Clostridium*, et de *Staphylococcus aureus* indique des progrès notables dans certains aspects de la gestion du lait, associé au fait, que la plupart des échantillons ont révélé l'absence de résidus d'antibiotiques.

Pour améliorer la qualité du lait cru, les contrôles doivent être étendus à tous les laits produits et livrés, les fraudeurs doivent être punis et ceux qui s'en appliquent doivent recevoir des primes importantes, ce qui inciterait les producteurs à prendre plus en compte les aspects hygiéniques et technologiques du lait cru.

Notre objectif est de permettre à d'autres études de contribuer efficacement à la lutte contre les effets néfastes d'un mauvais contrôle du lait cru. Pour améliorer la qualité du lait cru en Algérie, plusieurs mesures peuvent être envisagées :

- ✓ **Renforcement de la chaîne du Froid** : Assurer une température adéquate du lait de la traite jusqu'à la réception en usine est cruciale. Investir dans des équipements de réfrigération et des infrastructures de transport adaptés est essentiel.
- ✓ **Formation et Sensibilisation** : Éduquer les producteurs de lait sur les bonnes pratiques d'hygiène et les techniques de traite pourrait réduire la contamination microbienne. Des programmes de formation continue devraient être mis en place.
- ✓ **Contrôles et surveillance** : Intensifier les contrôles de qualité et la surveillance microbiologique du lait à tous les niveaux de la chaîne de production. La mise en place de protocoles stricts de test et de validation de la qualité du lait est nécessaire.
- ✓ **Recherche et Développement** : Encourager la recherche sur les méthodes de conservation du lait, les effets des différentes pratiques d'élevage sur la qualité du lait, et les nouvelles technologies de détection de contaminants.
- ✓ **Politiques et Régulations** : Élaborer des politiques plus strictes concernant la qualité du lait et renforcer les régulations existantes pour garantir la conformité aux normes nationales et internationales.

*Références
bibliographiques*

-A-

- Abdurahman**, O. A. S. (2004). *Milk and meat from the camel: handbook on products and processing*: vdf Hochschulverlag AG.
- Abdalla**, W. M., & El-Zubeir, I. E. M. (2010). Microbial hazards associated with fermented milk (roub and mish) processing in Sudan. *International Journal of Dairy Science*, 5(3), 162-167.
- AFNOR**, F. (1980). Détermination de la matière sèche (méthode par étuvage). NF V04 282. *Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse, Paris La Défense*, 104-105.
- AFNOR** - ITSV (1) selon l'arrêté du 24 Août 1983 paru dans le journal officiel français du 27 Octobre 1983
- AFNOR** (Association Française de Normalisation) 1980 Lait - Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, In AFNOR (Ed.), Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris :Normalisation française, p. 33-34
- AFNOR** (Association Française de Normalisation), 1993.-Contrôle de la qualité des produits alimentaires : lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. Ed. La Défense, 4e éd, Paris, 581 p.
- AFNOR**. (1999). Lait et produit laitiers. Volume 1. 5eme édition. Paris, pp117-341.
- Aggad**, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., & Kihal, M. (2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét*, 160(12), 590-595.
- Agricole**, F. (2009). Traite des vaches laitières: matériel, installation, entretien. *Institut de l'Elevage*.
- Alais**, C. (1984). *Science du lait : principes des techniques laitières / Charles Alais* (4e éd. ed.). Paris: Société d'édition et de promotion agro-alimentaires, industrielles et commerciales.
- Algeria**, W. T. (2015). Quelle stratégie pour la préservation des formations de Quercus suber (Chêne liège) en Algérie occidentale tellienne? *Geo-Eco-Trop*, 39(1), 87-100.
- Ameur** A., Rahal K. and Bouyoucef A. (2011). Evaluation of the cleaning of refrigeration tanks on dairy farms in the Freha region (Algeria). *Revue Nature and Technologie*. No 6. pp: 80-84.
- Amiot**, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., & Simpson, R. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et technologie du lait*, 1-74.
- Axelsson**, L. (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology. *Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker-*, 139, 1-66.

-B-

- Baaziz**, S., & Benghodbane, H. (2009). Les maladies transmises par le lait. *Ecotoxicologie, Université Badji Mokhtar, Annaba-biologie*, 128p.
- Badinand**, F. (1994). Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec. Méd. Vét*, 170(6/7).
- Bakhtil**, D., & Naimi, B. (2022). *Caractéristiques physico-chimiques du lait fermenté (l'ben) dans la région de Tiaret*. Université Ibn Khaldoun-Tiaret.
- Bekouche**, Y. (2018). *LES INFECTIONS MAMMAIRES CHEZ LA VACHE LAITIERE. DEMARCHE DANS LE CADRE DU DIAGNOSTIC COLLECTIF*. université ibn khaldoun TIARET.
- Belgherbi**, B. Benabdeli, K. (2015). What strategy for the preservation of Quercussuber (Cork Oak) formations in West Tellian Algeria? *Geo-Eco-Trop*. 39, 1: 87-100.

Références

- BENDELLALI, A., & MAHAMMEDI, S.** *Caractérisation physico-chimique et biochimique du lait de chamelle conduite selon deux systèmes d'élevage extensif et semi-intensif.* UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- Beroza, M., & Bowman, M. C.** (1966). Correlation of pesticide polarities with efficiencies of milk extraction procedures. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 49(5), 1007-1012.
- Boubezari, M. T., Aissi, M., & Harhoura, K.** (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel.
- Bourgeois, C., Mescle, J., & Zucca, J.** (1996). Microbiologie alimentaire. Tome I: Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. *Edition Technique et Documentation Lavoisier*, 393-414.
- Bourliou, C., Bouzerzour, K., Ferret-Bernard, S., Bourgot, C. L., Chever, S., Ménard, O., . . . Bonhomme, C.** (2015). Infant formula interface and fat source impact on neonatal digestion and gut microbiota. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(10), 1500-1512.
- Bousbia, A., Boudalia, S., Gueroui, Y., Belaïze, B., Meguelati, S., Amrouchi, M., . . . Benidir, M.** (2018). Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(3), 192-196.
- Brandt, R. B., Mueller, D. G., Schroeder, J. R., Guyer, K. E., Kirkpatrick, B. V., Hutcher, N. E., & Ehrlich, F. E.** (1978). Serum vitamin A in premature and term neonates. *The Journal of pediatrics*, 92(1), 101-104.
- Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., De Buyser, M., Collette, C., Garin-Bastuji, B., & Thorel, M.** (1997). Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 16(1), 452-471.
- Buyser, M.L.** (1996) .- Staphylococci. In Food Microbiology, Volume 1 (C. Bourgeois & J.F.Mescle, ed.). Technique and documentation, Lavoisier, Paris, 106-119.

-C-

- Cahagnier, B., Dragacci, S., Frayssinet, C., Frémy, J., Hennebert, G., Lesage-Meessen, L., . . . Roquebert, M.** (1998). Moisissures des aliments peu hydratés. *Lavoisier Tec et Doc, Paris*, 85-88.
- Callon, C., Gilbert, F. B., De Cremoux, R., & Montel, M.-C.** (2008). Application of variable number of tandem repeat analysis to determine the origin of *S. aureus* contamination from milk to cheese in goat cheese farms. *Food control*, 19(2), 143-150.
- Cauty, I., & Perreau, J.-M.** (2009). *La conduite du troupeau bovin laitier*: France Agricole Editions.
- Cayot, P., & Lorient, D.** (1998). *Structures et technofonctions des protéines du lait*.
- CHAHED, Y., & MELLAH, F.** (2022). La qualité physico-chimique du lait de vache dans la région d'Ain Témouchent: évaluation et étude quelques facteurs d'influence.
- Cheftel, J. C.** (1980). *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments*: Technique et Documentation: Entreprise Moderne.
- Cissé, S.** (1997). *Contribution à l'étude de la pasteurisation du lait: faisabilité technique et contrôle de la qualité dans la région de Kolda*. Thèse de doctorat. Université Cheikh Anta Diop. 143p.
- Clausen, E., Green, B., & Litsky, W.** (1977). Fecal streptococci: indicators of pollution *Bacterial indicators/health hazards associated with water*: ASTM International.
- Cuq, J.** (2007). Microbiologie alimentaire. *Sciences et Technologies des Industries Alimentaires (4ème année)*.

-D-

- DeBuyser, M.-L., & Lapeyre, C.** (1994). Mammites à staphylocoques et sécurité alimentaire. *Le Point vétérinaire: revue d'enseignement post-universitaire et de formation permanente*, 26, 79-82.
- D'Algerie, F. P. N.** (2005). Division de l'Alimentation et de la Nutrition. *Rapport pour la FAO*, 41.
- Delmas, G., Le Querrec, F., Weill, F., Gallay, A., Espié, E., Haeghebaert, S., & Vaillant, V.** (2003). Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 2001-2003. *Institut de veille sanitaire, Direction générale de l'alimentation, Centre national de référence des Salmonella*.
- Demarigny, Y., Beuvier, E., Buchin, S., Pochet, S., & Grappin, R.** (1997). Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses: II. Biochemical and sensory characteristics. *Le lait*, 77(1), 151-167.
- Desmazeaud, M., & Spinnler, E.** (1997). Laits et produits laitiers. *Enzymes en agroalimentaires*. Ed. V. Larreta-Garde. Tech. et Doc. Lavoisier.
- Donkor, E., Aning, K., & Quaye, J.** (2007). Bacterial contaminations of informally marketed raw milk in Ghana. *Ghana Medical Journal*, 41(2).
- Doyle, M.** (1989). *Foodborne bacterial pathogens*: CRC Press.

-E-

- Eddine, B. A., & Bouhalit Charaf Guerziz, T. F. E. I.** (2021). Contribution à l'étude quantitative et qualitative de la flore fongique du lait de tank dans la région de Guelma.
- Elhadj, T., Samira, B., Messaouda, H., & Nassira, B.** (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 8(2), 26-33.

-F-

- Fadda, S., López, C., & Vignolo, G.** (2010). Role of lactic acid bacteria during meat conditioning and fermentation: Peptides generated as sensorial and hygienic biomarkers. *Meat science*, 86(1), 66-79.
- Farah, Z., Abdulkadir, O., Abdurahman, Sh.** (2004). Milk and meat from the camel: handbook on products and processing, vdfHochschulverlag AG, 230 p.
- Favier, J.-C.** (1985). Composition du lait de vache. II. Laits de consommation. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 20(5), 355-363.
- FAO**, (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- FAO**, (2005). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine [Ressource électronique] URL.
- FAO**. (2007). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine <http://www.fao.org/docrep.T4280F.htm>.
- Fayolle, L.** (2015). *Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière*. Thèse de doctorat: sciences vétérinaires. Lyon: Campus vétérinaire de Lyon.
- Florence, C.** (2010). *Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras, voies d'amélioration par l'alimentation*. Ecole nationale vétérinaire d'ALFOR. thèse. Doctorat vétérinaire. P 51.
- Fredot, E.** (2005). *Connaissance des aliments*: Tec & Doc Lavoisier.

Références

Fredot, É. (2009). *Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique / Émilie Fredot* (2e édition ed.). Paris Cachan: Éd. Tec & doc Éd. médicales internationales.

-G-

Galantier, M., & Bernard, B. (2005). En pratique: connaissance et place du lait et des produits laitiers dans une alimentation équilibrée. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 40, 57-63.

Gaucheron, F. (2004). *Minéraux et produits laitiers: Technique & Documentation*.

Ghaoues, S., & Namoune, H. (2011). *Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien*. Université Frères Mentouri-Constantine 1.

Ghazi, K., & Niar, A. (2011). Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). *Tropicicultura*, 29(4), 193-196.

GHERAIA FATMA ZOHRA, A. S. (2018). Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage frais type petit suisse conservé à différent température.

Guinot-Thomas, P., Al Ammoury, M., & Laurent, F. (1995). Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *International Dairy Journal*, 5(2), 211-223.

Guy, F.-I. (2006). *Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contamination par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du Massif Central*.

-H-

Hamiroune, M., Berber, A., & Boubekour, S. (2014). Bacteriological quality of raw milk from local and improved cows in the region of Jijel and Blida (Algeria) and impact on public health.

Huppertz, T., Upadhyay, V., Kelly, A., & Tamime, A. (2006). Constituents and properties of milk from different species. *Brined cheeses*, 1-42.

-I-

ISO 15213, 2003: specifies a horizontal method for enumeration of anaerobic sulphite-reducing bacteria. 1st edition, 06 pages. Technical Committee: ISO / TC 34 / SC 9 Microbiology, exploring by ICS: 07.100.30 Food microbiology, published on: 2003-05.

-J-

Jacquet, J. (1969). Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. *Econ, méd, anim. pp*, 10, 13-17.

Jakob, E., Winkler, H., & Haldemann, J. (2009). Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. *Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions(77)*, 5-31.

Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2006). *Modern food microbiology*: Springer Science & Business Media.

Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Les produits laitiers*: Editions Tec & Doc Lavoisier.

Joumana, G. (2023). Les facteurs influençant la composition et la qualité du lait.

- J.O.R.A.** N° 35.(1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.
- Joffin, C., Joffin, J.-N., Figarella, J., & Leyral, G.** (2010). *Microbiologie alimentaire*: Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.

-K-

- Kabir, A.** (2015). Contraintes de la production laitière en Algérie. Thèse de Doctorat de l'Université Ahmed Ben Bella, Oran.
- Kahlal, N., & Serbouh, L.** (2018). *Etude comparative de deux élevages (alimentation et production laitière) dans la wilaya de Tizi-Ouzou*. Université Mouloud Mammeri.
- Kandler, O., Weiss, N., Sneath, P., Mair, N., Sharpe, M., & Holt, J.** (1986). Bergey's manual of systematic bacteriology. *Bergey's manual of systematic bacteriology, 2*.
- KAOU DJA, C. E. H., & MECHERI, W.** *Caractérisation physico-chimique et qualité microbiologique du lait de chamelle conduite selon deux systèmes d'élevage extensif et semi intensif*. UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- Kirat, S.** (2007). *Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines: cas de la Wilaya de Jijel en Algérie*: CIHEAM-IAMM.

-L-

- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E., & Ouhssine, M.** (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 148*(2009), 7-16.
- Lacroix, M., Bos, C., Léonil, J., Airinei, G., Luengo, C., Daré, S., . . . Tomé, D.** (2006). Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. *The American journal of clinical nutrition, 84*(5), 1070-1079.
- LaMontagne, Davenport, Hou, & Dutta.** (1998). Identification and analysis of PCB dechlorinating anaerobic enrichments by amplification: accuracy of community structure based on restriction analysis and partial sequencing of 16S rRNA genes. *Journal of applied microbiology, 84*(6), 1156-1162.
- Lamontagne, M., Champagne, C., Reitz-Ausseau, J., Moineau, S., Gardner, N., Lamoureux, M., . . . Fliss, I.** (2002). *Microbiologie du lait. Science et technologie du lait. Transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec Inc. Québec, Canada: Presses Internationales Polytechnique. p, 89-91.*
- Lamprell, H.** (2003). *Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de Staphylococcus aureus*. Université de Bourgogne.
- Lapointe-Vignola, C.** (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*: Presses inter Polytechnique.
- Larpen, J., & Larpen-Gourgau, M.** (1997). Mémento technique de microbiologie. 3ème édit. *Paris. P, 245, 246.*
- Lenoir, J.** (1985). Les caséines du lait. *Rev lait franç, 440*, 17-23.
- Leroy, A. M., Sentex, J., & Stoeckel, R.** (1965). Le producteur de lait; guide du contrôle laitier et beurrier.

Références

- Leyral, G., Vierling, E., Figarella, J., & Zonsain, F. (1997).** *Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires*: Doin.
- Lupien, J. (1998).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *Collection FAO. Alimentation et Nutrition.*

-M-

- Magnani, S. (2016).** *Le lait local au Sénégal: intensifier pour développer?* , EHESS.
- Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère.
- Mahieu, H., Le Jaouen, J., Luquet, F., & Mouillet, L. (1977).** Étude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. I. Annees 1972-1973-1974-Laits de producteurs. Isere: vaches et chèvres. Aveyron: vaches, chèvres et brebis. *Le lait*, 57(565-566), 287-300.
- Martin, J. (2000).** Technologie des laits de consommation. *Edition doin, paris.*
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N., & Boukhris, R. (2017).** Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11), 2017.
- Mathieu, J. (1998).** Initiation to the physical chemistry of milk. *Technological Guides of the AFI. Lavoisier Tec et Doc, Paris*, 222.
- Milhaud, G., & Person, J. (1981).** Evaluation de la toxicite des residus d'antibiotiques dans le lait [résistance aux antibiotiques]. *Recueil de Medecine Veterinaire.*
- Minor, T. E., & Marth, E. H. (1976).** *Staphylococci and their significance in foods.*
- Monote, S. E. (1977).** Contribution à la détermination de la valeur marchande du lait en poudre commercialisé au Sénégal. Thèse : Pharm: Dakar: 77.
- Mourgues, R., Deschamps, N., & Auclair, J. (1983).** Influence de la flore thermorésistante du lait cru sur la qualité de conservation du lait pasteurisé exempt de recontaminations post-pasteurisation. *Le Lait*, 63(631-632), 391-404.

-N-

- NFMP, 2004:** National Federation Of Milk Producers:-Regulation 853/2004 - Annex III - Section IX - Chapter 1.Raw milk and primary production - II. Hygiene in raw milk production operations - B. Trafficking, collection and transport requirements. -Regulation 853/2004 - Schedule III - Division IX - Chapter 2. DairyRequirements - I. TemperatureRequirement.

-O-

- OMS, Organisation mondiale de la santé** Salmonelles multi résistantes. Aide mémoire N°139. 2005. Consulté le 15/01/2024 à l'adresse <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/fr/>.
- Ozrenk, E., & Inci, S. S. (2008).** The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province. *Pakistan Journal of nutrition*, 7(1), 161-164.

-P-

- Pagano, L., Caira, M., Candoni, A., Offidani, M., Martino, B., Specchia, G., . . . Fanci, R.** (2010). Invasive aspergillosis in patients with acute myeloid leukemia: a SEIFEM-2008 registry study. *haematologica*, 95(4), 644.
- Perera, R. P., Johnson, S. K., Collins, M. D., & Lewis, D. H.** (1994). Streptococcus iniae associated with mortality of Tilapia nilotica × T. aurea hybrids. *Journal of Aquatic Animal Health*, 6(4), 335-340.
- Perreau, J.-M.** (2014). *Conduire son troupeau de vaches laitières*: Éd. France Agricole.
- Pougheon, S.** (2001). *Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières*.
- Pougheon, S., & Goursaud, J.** (2001). Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. *DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris*, 6-342.

-R-

- Reumont, P.** (2009). Licencié Kinésithérapie. *En ligne* <<<http://www.medisport.be>
- Richard, V.** (1990). Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. *Microb-Hyg-alim*, 2(1), 33p.
- Roberts, T., Cordier, J.-L., Gram, L., Tompkin, R., Pitt, J., Gorris, L., & Swanson, K.** (2005). Milk and dairy products *Micro-Organisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities* (pp. 643-715): Springer.
- Roudaut, H., & Lefrancq, E.** (2005). Alimentation théorique: Sciences des aliments. *Edition DOIN*, 24.
- Rupp, H., & Maisch, B.** (2000). *Control of Gene Expression by Catecholamines and the Renin-Angiotensin System* (Vol. 33): Springer Science & Business Media.

-S-

- SAIDANE, Z., HOMRANI, M., DAHOU, A. E., BOUABSA, F. S., & HOMRANI, A.** Pratiques d'élevage dans une ferme laitière à Hassi-Mamèche et leurs impacts sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait.
- Salhi, K et Medjoudj, K.** (2013). Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecter au niveau de la laiterie d'Amizour. Mémoire de Master de l'Université Abderrahmane Mira, Bejaia.
- SAMMAMA, A., ELYAHYAOU, O., KERROURI, S., BOUABID, B., abdellahi Lella, O., LRHORFI, L. A., & BENGUEDDOUR, R.** Qualitative study in vitro fruit and epicarpes Citrus Limetta Risso, Citrus Limon Burm and Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle Gharb of Morocco. *Journal of Advances in Biology*, 9(3).
- Seddaoui, I., Saada, D. A., Attou, S., & Homrani, A.** (2018). Diagnosis of the Quality of Raw Cow's Milk received in the Dairies of Western Algeria. *Advances in BioResearch*, 9(2).
- Seme, K., Pitala, W., & Osseyi, G.** (2015). Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au Sud-Togo. *European Scientific Journal*, 11(36).

Références

- SEYDI, M.** (1982). Stratégie de santé en situation de développement: Le point de vue du vétérinaire. Contamination des Denrées Alimentaires d'Origine Animale. Incidence sanitaire et économique. *Méd. Afr. Noire*, 29(6), 387-441.
- Streit, J. M., Jones, R. N., Toleman, M. A., Stratchounski, L. S., & Fritsche, T. R.** (2006). Prevalence and antimicrobial susceptibility patterns among gastroenteritis-causing pathogens recovered in Europe and Latin America and Salmonella isolates recovered from bloodstream infections in North America and Latin America: report from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (2003). *International journal of antimicrobial agents*, 27(5), 367-375.

-T-

- Tamime, A. Y.** (2009). Milk Processing and Quality Management.
- Tchiégang, C., Oum, M. N., Dandjouma, A. A., & Kapseu, C.** (2004). Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de *Ricinodendron heudelotii* (Bail.) Pierre ex Pax pendant la conservation à température ambiante. *Journal of food engineering*, 62(1), 69-77.
- Thiulin, G., & Vuillaume, R.** (1967). Éléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, de produits laitiers et des oeufs.
- Thomar, P.** (2016). *Structuration of dense casein suspensions by phosphates in the presence of calcium: a study of their organization and rheological properties*. Université du Maine.
- Timsit, E., & Bareille, N.** (2008). Milk conductivity and the detection of mastitis? (Vol. 39, pp. 11-11): POINT VETERINAIRE SA 9 RUE ALEXANDRE, BP 233, 94702 MAISONS-ALFORT CEDEX, FRANCE.
- Turck, D.** (2013). Cow's milk and goat's milk. *Evidence-Based Research in Pediatric Nutrition*, 108, 56-62.

-V-

- Vanier, P.** (2005). Le pois chiche au fil du temps: Usages culinaires, Conservation, Jardinage biologique et écologique et environnement. *Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval*.
- Vierling, E.** (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition DOIN éditeurs. *Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine*.
- Vierling, E.** (2008). *Aliments et boissons: filières et produits*: Editions Doin.

-W-

- Waes, G.** (1973). Les streptocoques D dans le lait cru réfrigéré. I. Présence. *Le lait*, 53(528), 520-529.
- Walstra, P.** (1978). The milk fat globule: natural and synthetic.

Annexes

Annexe 1 : Analyses microbiologique.

Date	Heure Échant	FTAM	Coliformes fécaux	Staphylocoques		Streptocoques		Clostridium
		72h(UFC/ ml)	24h (UFC/ml)	24h (G.C)	24h (Chapman)	24h(Rot h)	24h(Eva)	16h\48h
19/02/2024	Echant 1	1.89×10 ⁶	5.4×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 2	3.99×10 ⁶	1.28 × 10 ⁵	++ -	Présence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 3	3.04×10 ⁶	1× 10 ²	+ - -	Présence	Trouble	Absence	Absence
25/02/2024	Echant 4	1.344 ×10 ⁶	10	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 5	1.67×10 ⁶	2.4×10 ²	++ -	Présence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 6	2.57×10 ⁶	2.56×10 ³	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 7	1.2×10 ⁶	3.36 ×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
26/02/2024	Echant 8	9.8 ×10 ⁵	8 × 10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 9	1.14×10 ⁶	2.5 × 10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 10	2.28 ×10 ⁵	2.5×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
03/03/2024	Echant 11	4.2×10 ⁵	30	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 12	7.22×10 ⁵	1.13×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 13	3.45×10 ⁶	2×10 ⁴	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 14	7.9×10 ⁵	3.1×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 15	3.31×10 ⁶	2.88 ×10 ⁴	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 16	1.3×10 ⁶	4.08×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 17	3.07×10 ⁶	1.71×10 ⁴	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 18	1.87×10 ⁵	2.06×10 ³	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
04/03/2024	Echant 19	9.1 ×10 ⁵	8.7×10 ²	+ + +	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 20	2.39×10 ⁶	7.1×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 21	1.22×10 ⁶	2.63×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 22	2.84×10 ⁶	5.92×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 23	2.96×10 ⁶	80	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 24	7.3×10 ⁶	2.91×10 ⁴	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
10/03/2024	Echant 25	5.77×10 ⁶	50	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 26	3.34×10 ⁶	10	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 27	3.56×10 ⁶	2.78×10 ³	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 28	2.99×10 ⁵	1.7×10 ²	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 29	7.2×10 ⁵	90	+ - -	Absence	Trouble	Absence	Absence
18/03/2024	Echant 30	1.168×10 ⁶	9.8×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 31	1.533×10 ⁶	30	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 32	3.459×10 ⁶	1.45×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
24/03/2024	Echant 33	7.11×10 ⁵	00	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 34	8.22×10 ⁵	00	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 35	1.19×10 ⁶	9 ×10 ²	+++	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 36	5.03×10 ⁶	6.8×10 ²	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
31/03/2024	Echant 37	5.07×10 ⁵	10	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 38	8.8×10 ⁶	3.1 × 10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 39	5.59×10 ⁵	00	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 40	8.78×10 ⁵	1.35×10 ³	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 41	9.73 ×10 ⁶	1.31×10 ³	+++	Absence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 42	5.76×10 ⁵	30	+++	Absence	Trouble	Absence	Absence
07/04/2024	Echant 43	4.05×10 ⁵	2.85×10 ³	+ - -	Présence	Trouble	Absence	Absence
	Echant 44	4.79×10 ⁵	40	Absence	Absence	Trouble	Absence	Absence

G.C = Giolitti Cantoni / **Le calcul : $UFC/ml = \frac{\text{Nombre de colonie} \times L^{-1} \text{ inverse du dilution}}{\text{volume}}$**

Annexe 2 : Analyses physico-chimiques.

Date	Echantillon	Heure	Les paramètres physico-chimiques							
			Acidité	pH	T°	Densité	M.G	EST	ESD	Antibiotique
18/02/2024	Echant 1	12h:10	17	6.71	8.7	1030	30	115.95	85.95	Négatif
	Echant 2	10h:20	16	6.71	6.8	1029	32	115.68	83.68	Négatif
	Echant 3	10h:30	16	6.63	9.2	1030	38	125.55	87.55	Négatif
25/02/2024	Echant 4	09h:35	17	6.71	08	1033	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 5	09h:50	16	6.74	08	1030	33	119.55	86.55	Négatif
	Echant 6	10h:00	16	6.66	07	1030	30	115.95	85.95	Négatif
26/02/2024	Echant 7	14h:01	16	6.72	6.8	1030	33	119.55	86.55	Négatif
	Echant 8	09h:50	17.5	6.61	08	1030	35	121.95	86.91	Négatif
	Echant 9	10h:10	16	6.71	7.8	1028	35	116.62	81.62	Négatif
03/03/2024	Echant 10	10h:15	16	6.77	7.7	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 11	10h:30	16	6.80	08	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 12	11h:00	16	6.77	7.5	1030	36	123.15	87.15	Négatif
04/03/2024	Echant 13	11h:35	15	6.70	8.7	1030	29	114.75	85.75	Négatif
	Echant 14	11h:45	16	6.60	08	1030	34	120.75	86.75	Négatif
	Echant 15	12h:00	16	6.76	8.3	1030	31	117.15	86.15	Négatif
	Echant 16	12h:55	16	6.77	08	1030	33	119.55	86.55	Positif
	Echant 17	13h:00	16	6.72	07	1030	33	119.55	86.55	Négatif
	Echant 18	15h:35	16	6.78	8.1	1030	35	121.95	86.95	Négatif
10/03/2024	Echant 19	10h:15	16	6.74	8.1	1030	36	123.15	87.15	Négatif
	Echant 20	11h:55	16	6.66	8.2	1030	34	120.75	86.75	Négatif
	Echant 21	13h:10	16	6.66	7.7	1030	30	115.95	85.95	Négatif
	Echant 22	13h:30	16	6.70	8.1	1030	36	123.15	87.15	Négatif
	Echant 23	13h:45	17	6.80	6.8	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 24	14h:00	16	6.78	5.6	1030	33	119.55	86.55	Négatif
18/03/2024	Echant 25	09h:50	22	6.36	9.9	1030	29	114.75	85.75	Positif
	Echant 26	10 :20	16	6.70	8.9	1030	30	115.95	85.95	Négatif
	Echant 27	09h:30	16	6.74	8.8	1030	29	114.55	84.55	Négatif
	Echant 28	10h:20	17.5	6.73	7.1	1030	37	124.35	87.35	Négatif
	Echant 29	10h:50	16	6.66	6.7	1030	38	125.55	87.55	Négatif
24/03/2024	Echant 30	09h:00	16	6.79	8.1	1030	31	117.15	86.15	Négatif
	Echant 31	09h:05	16	6.77	7.5	1030	34	120.75	86.75	Négatif
	Echant 32	09h:10	16	6.75	8.3	1030	31	117.15	86.15	Négatif
31/03/2024	Echant 33	09h:40	17	6.74	08	1030	36	123.15	87.15	Négatif
	Echant 34	11h:25	16	6.80	8.1	1030	35	121.95	86.95	Négatif
	Echant 35	12h:30	17	6.63	07	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 36	14h:40	16	6.74	07	1030	29	114.75	85.75	Négatif
07/04/2024	Echant 37	08h:30	16	6.72	08	1030	33	119.55	86.55	Négatif
	Echant 38	09h:25	16	6.70	07	1030	33	119.55	86.55	Négatif
	Echant 39	09h:50	16	6.79	7.5	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 40	10h:10	16	6.69	7.08	1030	38	125.55	87.55	Négatif
	Echant 41	10h:55	16	6.62	08	1030	35	121.95	86.95	Négatif
07/04/2024	Echant 42	11h:05	16	6.62	7.7	1032	33	124.35	89.35	Négatif
	Echant 43	11h:25	19	6.68	10	1033	47	144,34	97,34	Négatif
	Echant 44	11h:54	15	6.72	8	1030	37	124.35	87.36	Négatif

EST= MS / EST= 1,2× MG + 2,665 (D - 1000)

EST= ESD + MG → ESD= EST - MG

Annexe 4 : Matériels

<i>Appareille</i>	<i>Verrerie</i>	<i>Produit et milieu de culture</i>	<i>Autres</i>
-PH-mètre à l'électrode. -Réfrigérateur (2-5 °C). -L'acidimètre. -Dessiccateur. -La micro-onde SAM155. -Bain marie -Mesureur de l'acide sulfurique (10 ml). -Mesureur de l'alcool iso amylique (01 ml). -Centrifugation électrique -Bec bunsen -Etuve -Balance de précision -Autoclave - Plaque chauffante agitatrice -Agitateur magnétique	-Aréomètre à masse volumique. -Colonne graduée. -Une seringue ou une pipette. -Bécher de 100 ml. -Pipette de 5 et 10 ml. -Butyromètre à lait NF B 35-521(munid'unbouchon approprié). -Tube à essai. -Flacons stériles -Pipette pasteur -Verre de montre -Lamelle -Ballon à fond plat (2000 ml).	-Phénolphtaléine. -Soude Dornic. -Eau physiologique -Alcool - l'eau oxygénée -Gélose PCA -Gélose VRBL -Gélose Chapmen - Bouillon Giolitti Cantoni -Bouillon ROTH S/C -Bouillon EVALitsky -Tellurite de potassium -Alun de fer -Sulfate de sodium	-Éprouvette -Boîtes de pétri -Spatule -Etiquettes -Gants stériles -Seringue -Portoirs

✓ Appareille :



Figure 1: Bain marie **Figure 2:** Balance de précision



Figure 3 :Plauechauffante**Figure 4:Autoclave**

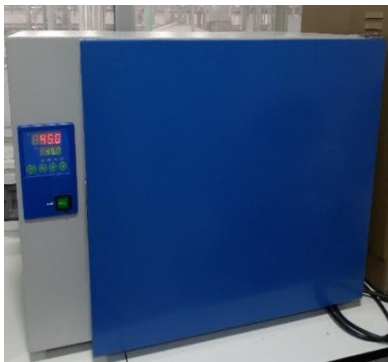


Figure 5 : Etuve réglée à 45°C**Figure 6 : Appareille d'antibiotique**



Figure 7:Dessiccateur**Figure 8: Centrifugeuse**



Figure 9 :pH mètre **Figure 10 : Hotte**

Annexe 5 : Composition et préparation des milieux de cultures.

✓ Les Milieux solides :

• PCA (Plate Count Agar)

Tryptone.....	5g
Extrait autolytique de levure	2,5g
Glucose	1g
Agar	12 g

- Suspendre 25,5g de milieu dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et dissoudre en chauffant en remuant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Le milieu peut également être stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. pH= 7.0 ± 0.2 à 25°C.

• VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)

Peptone	7g
Extrait de levure	3g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5g
Sels biliaires	1,5g
Rouge neutre	0,03g
Cristal violet	0,002g
Agar	12-18g

-Dissoudre 41.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffé jusqu'à la dissolution complète, Stériliser 15 minutes à 118°C à l'autoclave. Ph= 7.4 ± 0.2 à 25°C.

• VF (Viande-Foie)

Peptone viande-foie	30g
Glucose	2g
Amidon soluble	2g
Sulfite de sodium	2.5g
Citrate d'ammonium ferrique	0.5g

Agar11g

-Dissoudre 48g dans 1 litre d'eau distillé, chauffé jusqu'à la dissolution complète, Stériliser 15 minutes à 121°C à l'autoclave.pH= 7.6 ± 0.2 à 25°C.

- **Chapman (Mannitol-sel)**

Extrait de bœuf 1g

Hydrolysats pancréatiques de caséine 5g

Hydrolysats de viande 5g

Chlorure de sodium 75g

D-Mannitol 10g

Rouge phénol.....0,025g

Agar 15g

-Dissoudre 111 g dans un litre d'eau distillée, Autoclaver 15min à 121°C.pH = 7.4 ± 0.2 à 25°C.

- ✓ **Les milieux liquids:**

- **GiolittiCantoni**

Hydrolysate enzymatique de caséine 10g

Mannitol 20g

Pyruvate de sodium3g

Extrait de levure 5g

Chlorure de sodium 5g

Glycine 1.2g

Extrait de bœuf 5g

Chlorure de lithium5g

-Dissoudre 55,0 g dans 1 litre d'eau purifiée. Répartir des portions de 9 ml dans chaque tube dans 0,1 ml d'une solution aqueuse à 1% de tellurite de potassium stérilisé sur filtre.pH= 6.9 ± 0.2 à 25°C.

- **Bouillon de ROTHE**

Tryptose.....	15g
Extrait de boeuf	4,5g
Chlorure de sodium	7,5g
Glucose	7,5g
Azide de sodium	0,2g

-Ajouter 35,6 g à un litre d'eau distillée. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Répartir en tubes (10 ml/ tube). Stériliser 15 minutes à 121°C à l'autoclave. pH= 7.0 ± 0.2 à 25°C.

- **Eva Broth (Ethyl, Violet, Azide, Litsky)**

Peptone.....	20g
Glucose	5g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate bi potassique.....	2.7g
Phosphate monopotassique.....	2.7g
Azide de sodium.....	3g
Ethyl violet	0.0005g

-Dissoudre 35,7 g dans un litre d'eau distillée, Autoclaver 15min à 121°C. Ph = 6.8 ± 0.2 à 25°C.

- **Eau physiologique**

Chlorure de sodium (Na Cl)	9g/l
----------------------------------	------

-Dissoudre 9 g dans un litre d'eau distillée, Autoclaver 15min à 121°C. Ph = 7