

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 08 Mai 1945 Guelma
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Département de BIOLOGIE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité/Option : Biologie moléculaire et cellulaire

Thème :

**Microflore pathogène du lait cru de vache et dangers
sanitaires**

Présenté par :

- KHELAIPIA Djihane
- MAZOUZI Nesrine

Devant le jury composé de :

Président :	Mme. LAOUBDIA N.	Pr.	Université 08 Mai 1945 Guelma
Examineur :	Mme. TORCHE A.	M.C.A	Université 08 Mai 1945 Guelma
Encadreur :	Mme. BOUSSADIA M.	M.C.B	Université 08 Mai 1945 Guelma

Juillet 2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour réaliser ce stage.

*Nous tenons à remercier les membres de jury mes dames **LOUABDIA N. ET TORCHE A.** pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger le travail.*

*A notre encadreur : **Dr. BOUSSADIA Meriem Imen**, votre modestie, vos qualités scientifiques et pédagogiques, votre rigueur et votre dynamisme font de vous un maître tant apprécié. Cher encadreur, permettez-nous de vous renouveler l'expression de notre vive reconnaissance et de notre profond respect.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements au directeur général de la laiterie **EDOUGH-Annaba** et à son personnel, en particulier **AKIL chérif, FARHI Adel, Hamza, Najwa et Leïla** pour leur accueil, gentillesse, patience, efficacité et grande disponibilité, vous nous avez aidés à réaliser ce travail.*

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui nous ont encouragé et soutenu depuis le début de notre cycle d'étude.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues, et à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Dédicaces

Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail que je

Dédie

À :

Mon cher père qui a été toujours un exemple pour moi, et qui a veillé à ma réussite en déployant tous les efforts nécessaires.

Ma chère mère qui m'a appris à être femme et qui m'a beaucoup aidé dans mes études, pour les sacrifices qu'elle a fait, pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.

A mes frères: Mouhamed et Yahia.

A ma très chère binôme Nesrine et sa famille.

A mes amis et amies :Roumaïssa , Merieme, Amir ,Yousra, Chahynez ,Imen, Khadidja ,Aya ,khawela et linda.

A mes cousines :Safa, Chahynez,Amira,Ilhem,Imen,Riheb, Leen ,Serine, Merieme, Marewa, Rezelène .

A toute ma famille .

A toute tous les travailleurs d'industrie laitière.

A tout les étudiants de ma promotion;

A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce Modeste travail et tous ceux qui me sont chers.

Djihane
LAURENTE





Dédicaces

Je dédie ce mémoire ...

A la mémoire de ma grand-mère "nana fatma"

Puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que Ce travail soit une prière pour votre âme.

A ma très chère mère

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement.

Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée.

Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mon très cher père

Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments.

Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour.

Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester.

J'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père.

J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

Exceptionnellement je dédie ce travail à

Mes aimables grande mère "Rahima" et ma tante "Soraya" pour leurs appuis et leurs encouragements permanents, pour leurs prières et leur amour inconditionnel, tout au long de mon parcours universitaire.

Je dédie ce travail aussi

A Mes sœurs : maïna, mouna, aya, liliane

A mes frères : aymen, kamel

Pour leur encouragement et leur soutien moral, "Je t'adore"

Et particulièrement à

Mon oncle "Fateh" et sa femme "tata Rima", et leurs enfants, pour leurs mots d'encouragement et pour leur soutien moral et leurs gentilleses.

A mes chères amies

Djihane , Amina, Youcra Linda, Khawla et Roumaïssa

En souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

A toute ma famille

Pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire et à tous mes amies que je n'ai pas citées et à tous ceux qui me connaissent

Merci à tous d'être toujours là, pour moi et près de moi.

*Hesrine
SERLING*



Résumé

Le lait de vache cru est un aliment presque complet, il contient la plupart des éléments nécessaires au développement et au maintien des fonctions de l'organisme. Sa richesse en minéraux (en particulier en calcium), protéines, vitamines et matières grasses le rend un siège de développement des micro-organismes pathogènes.

Dans ce contexte, notre travail vise à évaluer la qualité physico-chimique et mettre en évidence la microflore d'altération de 20 échantillons de lait prélevés de 4 wilayas : ANNABA, SKIKDA, SOUK AHRAS et EL TARF durant la période avril-mai 2021.

L'analyse physico-chimique révèle une qualité conforme aux normes algérienne JORA (2017). Tandis que, l'analyse bactériologique montre une charge importante en FMAT ($1,5 \times 10^7$ UFC/ml), coliforme totaux ($6,6 \times 10^5$ UFC/ml) et coliforme fécaux ($1,3 \times 10^5$ UFC/ml). Une présence de levures et moisissures, des staphylocoques dorés est toutefois signalée. Par ailleurs on note l'absence totale de *Salmonella*.

Il est à noter aussi que tous les échantillons sont exempts de traces d'antibiotiques.

De manière générale, la qualité du lait cru de vache est la résultante logique de plusieurs facteurs tels que : l'alimentation des vaches laitières, les conditions hygiéniques lors de la traite, l'entretien et la structure d'élevage.

Mots clés : Lait cru ; qualité ; physico-chimie ; microflore pathogène ; santé.

Abstract:

Raw cow's milk is an almost complete food, in which contains most of the elements necessary for the development and maintenance of the functions of the organism. Its richness in minerals (especially calcium), proteins, vitamins, and fats makes it a suitable environment for the development of pathogenic microorganisms. In this context, our study aims to evaluate the physio-chemical quality and highlight the alteration microflora of 20 milk samples taken from 4 cities: Annaba, Skikda, Souk Ahras, and El Taref during the period of April-May 2021. The physicochemical analysis reveals a quality that conforms to the Algerian standards JORA (2017). While, bacteriological analysis shows a significant load in FMAT ($1,5 \times 10^7$ CFU/ml), total coliform ($6,6 \times 10^5$ CFU/ml) and Faecal coliform ($1,3 \times 10^5$ CFU/ml). However, a presence of yeasts and molds, staphylococci aureus is reported. In addition, there is a total absence of Salmonella.

It should also be noted that all samples are free of traces of antibiotics.

In general, the quality of raw cow's milk is the logical result of several factors such as the feeding of dairy cows, hygienic conditions during milking, maintenance, and the breeding structure.

Keywords: Raw milk; quality; physical-chemistry; pathogenic microflora; health.

ملخص

يعتبر حليب البقر الخام غذاء شبه كامل، فهو يحتوي على معظم العناصر الضرورية لتنمية وظائف الجسم والحفاظ عليها. غناه بالمعادن، البروتينات، الفيتامينات والدهون يجعله مقراً لتطور الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. في هذا السياق، يهدف عملنا إلى تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية وتسليط الضوء على البكتيريا المتغيرة لعشرين عينة حليب مأخوذة من 4 ولايات: عنابة، سكيكدة، سوق أهراس والطارف خلال الفترة الممتدة من أفريل إلى ماي 2021. يكشف التحليل الفيزيائي- كيميائي عن جودة وفقاً للمعايير الجزائرية (2017) JORA بينما أظهر التحليل البكتيري حمولة كبيرة من مجموع النباتات الهوائية FMAT ($10^7 \times 1,5$ بكتيريا /مل)، والقولونيات الكلية ($10^5 \times 6,6$ بكتيريا /مل) والقولونيات البرازية ($10^5 \times 1,3$ بكتيريا /مل). ولقد تم الإبلاغ عن وجود الخمائر والعفن والمكورات العنقودية الذهبية. بالإضافة إلى ذلك، نلاحظ الغياب التام للسالمونيلا . وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن جميع العينات خالية من آثار المضادات الحيوية . بشكل عام، جودة حليب البقر الخام هي النتيجة المنطقية لعدة عوامل مثل: تغذية أبقار الألبان، الظروف الصحية أثناء الحلب، الصيانة وهيكل التربية.

الكلمات المفتاحية: حليب خام؛ جودة؛ الكيمياء الفيزيائية؛ البكتيريا المسببة للأمراض؛ صحة.

LISTE DE FIGURES

Chapitre I : Généralités sur le lait

Figure 1: Composition globale du lait de vache (g/l).....	5
Figure 2: Localisation de la matière grasse du lait.....	8
Figure 3: Modèle d'une micelle de caséine avec sous-unités.....	10

Chapitre II : Microflore du lait

Figure 4: Evaluation de la propreté des vaches (1 : propre ; 2 : relativement propre ; 3 : souillé; 4 : très souillé).....	19
Figure 5: Bactéries lactiques (A): <i>Lactobacillus helveticus</i> . (B): <i>Lactobacillus delbrueckii</i> . (C): <i>Lactococcus lactis</i>	21

Matériel et méthodes

Figure 6: Détermination de la densité.....	34
Figure 7: Détermination de l'acidité dornic	35
Figure 8: Détermination de la matière grasse.....	37
Figure 9: Détermination de l'extrait sec total.....	38
Figure 10: Interprétation des bandelettes.....	40
Figure 11: photographie du pH-mètre.....	41
Figure 12: Protocole de recherche de la flore aérobie mésophile totale.....	44
Figure 13: Protocole de recherche des coliformes totaux et fécaux.....	46
Figure 14: Protocole de recherche des staphylococcus aureus.	49
Figure 15: Protocole de recherche des salmonelles.....	51

Résultats et discussion

Figure 16: Variation de l'acidité titrable des échantillons du lait cru de vache.....	54
Figure 17: Variation du pH des échantillons du lait cru de vache.....	55
Figure 18: Variation de la température des échantillons du lait cru de vache.....	56
Figure 19: Variation de la densité des échantillons du lait crus de vache.....	57
Figure 20: Variation de la teneur en matière grasse des laits crus de vache.....	58
Figure 21: Variation de l'extrait sec total pour les différents échantillons du lait cru.....	59
Figure 22: Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des échantillons du lait cru de vache.	60
Figure 23: Variation de la charge des FMAT dans les laits crus de vache.....	62
Figure 24: Variation de la charge des coliformes fécaux dans le lait crus de vache.....	63
Figure 25: Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vache.....	64

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Généralités sur le lait

Tableau 1: Développement bactérien dans le lait cru.	4
Tableau 2: Evolution du développement bactérien dans du lait cru en fonction de sa température.....	4
Tableau 3: Composition moyenne du lait de vache (g/l).....	6
Tableau 4: Classification des protéines	9
Tableau 5: Caractéristiques des principaux enzymes du lait	12
Tableau 6: Composition minérale du lait de vache	13
Tableau 7: Teneur moyenne des principales vitamines du lait	14
Tableau 8: Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru	15
Tableau 9: Caractères organoleptiques du lait cru de vache	16

Chapitre II : Microflore du lait

Tableau 10: Flore indigène du lait cru	20
Tableau 11: Germes contaminant le lait cru	22

Matériel et méthodes

Tableau 12: Organigramme de la laiterie EDOUGH-ANNABA.....	31
---	----

Résultats et discussion

Tableau 13: Critères bactériologiques du lait cru	61
--	----

Liste des symboles & abréviations

- **AC** : Acidité
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation.
- **ANP** : Azotées non protéiques.
- **ATB** : Antibiotique.
- **°C** : degré Celsius.
- **°D** : degré Dornic.
- **ESD** : Extrait sec dégraissé.
- **EST** : Extrait sec total.
- **F.A.O.**: Food and Agriculture Organisation.
- **FMAT** : Flore mésophile aérobie totale.
- **H** : degrés Hortvet.
- **HTST**: high temperature short time.
- **IgA** : immunoglobuline A.
- **IgG** : immunoglobuline G.
- **IgM** : immunoglobulines M.
- **JORA** : Journal officiel de la République Algérienne.
- **Kcal** : kilocalorie.
- **LMR** : les limites maximales de résidus.
- **NaCl** : Chlorure de sodium.
- **NF** : Norme Française.
- **NFV** : Network Function Virtualization.
- **nm** : nanomètre.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PCA**: Plate Count Agar.
- **pH** : potentiel d'hydrogène.
- **S. aureus** : *Staphylococcus aureus*.
- **SCN** : *Staphylococcus à coagulasse négative*.

- **SNTF** : Société nationale des transports ferroviaires
- **SNVI** : Entreprise National des Véhicules Industriels.
- ***S.Paratyphi*** : *salmonella paratyphi*.
- **SS** : milieu *Salmonella Shigella*.
- ***S. typhi*** : *Salmonella Typhi*.
- **T** : Température.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **UFC/ml** : Unité Formant de Colonie par millilitre.
- **µm** : micromètre.
- **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar.
- **UV** : ultra-violets.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste de figures

Liste des tableaux

Liste des symboles & abréviations

Introduction..... 1

Chapitre I : Généralités sur le lait

I.1.Généralité sur le lait..... 3

I.2.Définition du lait cru..... 3

I.3.Importance nutritionnelle..... 4

I.4.Composition chimiques..... 5

I.4.1. Eau..... 6

I.4.2. Glucides..... 6

I.4.3. Matière grasse..... 7

I.4.4. Matières azotées totales..... 8

I.4.4.1. Matières azotées protéiques..... 8

I.4.4.2. Matières azotées non protéiques (ANP)..... 11

I.4.5. Enzymes..... 11

I.4.6. Matière minérale..... 12

I.4.7. Vitamines..... 13

I.5.Caractéristiques physico-chimiques du lait..... 14

I.5.1. Densité..... 14

I.5.2. Point de congélation..... 14

I.5.3. Point d'ébullition..... 14

I.5.4. pH..... 15

I.5.5. Acidité de titrable..... 15

I.5.6. Extrait sec..... 15

I.6. Caractéristiques organoleptiques..... 15

I.6.2. Odeur..... 16

I.6.3. Saveur..... 16

I.6.4. Viscosité.....	17
I.7. Composants indésirables du lait.....	17
I.7.1. Pesticides.....	17
I.7.2. Métaux.....	17
I.7.3. Antibiotiques.....	17

Chapitre II : Microflore du lait

II.1. Qualité hygiénique du lait.....	18
II.1.1. Gestion de l'hygiène.....	18
II.2. Flores microbiennes du lait.....	20
II.2.1. Flore originelle ou indigène.....	20
II.2.1.1 Bactéries lactiques.....	20
II.2.2. Flore de contamination.....	21
II.2.2.1. Flore mésophile aérobie total.....	22
II.2.3. Flore d'altération.....	22
II.2.3.1. Flore thermorésistante.....	23
II.2.3.2. Coliformes.....	24
II.2.3.3. Psychrotrophes.....	24
II.2.3.4. Levures et moisissures.....	25
II.2.4. Bactéries pathogènes.....	25
II.2.5. Virus et parasites.....	28
II.3. Contamination des équipements.....	29

Matériel et méthodes

III.1. Objectif.....	30
III.2. Présentation de la laiterie EDOUGH-ANNABA.....	30
III.3. Production de l'unité.....	32
III.4. Processus technologique du lait cru.....	32
III.4.1 La collecte et la réception du lait.....	32
III.5. Prélèvement du lait cru.....	32
III.6. Analyses physico-chimiques.....	33
III.6.1. Détermination de la densité et de la température.....	33
III.6.2. Détermination de l'acidité titrable.....	34

III.6.3. Détermination de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique de Gerber)	36
III.6.4. Détermination de la teneur en matières sèche totale " extrait sec total "	37
III.6.5. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé "ESD"	38
III.6.6. Détermination de l'amidon dans le lait	38
III.6.7. Détermination de l'antibiotique	39
III.6.8. Détermination de pH	41
III.7. Analyse microbiologique	42
III.7.1. Préparation des dilutions décimales	42
III.7.2. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FTAM)	42
III.7.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux	45
III.7.4. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	47
1. Développement sur milieu de Chapman	47
2. Recherche du pouvoir pathogène	48
2.1. Epreuve de coagulase	48
III.7.5. Recherche des salmonelles	50
III.7.6. Recherche des levures et moisissures	52
Résultats et discussion	
IV.1. Résultats de l'analyse physico-chimique du lait	53
IV.1.1. Acidité titrable	53
IV.1.2. pH	54
IV.1.3. Température	55
IV.1.4 Densité	56
IV.1.5. Matière grasse	57
IV.1.6. Extrait sec total	58
IV.1.7. Extrait sec dégraisser	59
IV.1.8. Recherche des résidus d'antibiotiques	60
IV.2. Analyse microbiologique	60
IV.2.1. Flore aérobie mésophile totale FMAT	61
IV.2.2. Coliformes fécaux	62
IV.2.3. Coliformes totaux	63
IV.2.4. Recherche des salmonelles	64

IV.2.5. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	64
IV.2.6. Levures et moisissures	65
Conclusion et perspectives.....	66
Référence bibliographie.....	69
Conclusion et perspectives.....	69
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

I. Introduction

Le lait, premier aliment de l'homme ; est le seul à pouvoir revendiquer en tout temps et tous lieux le statut d'aliment universel, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain **(Cheftel, 1996)**.

La production mondiale du lait de vache a enregistré une forte augmentation en 2011 (estimée à 2,4%), grâce à la bonne rentabilité des activités et à l'excellente qualité des fourrages et des pâturages dans beaucoup de grands pays producteurs **(FAO, 2010)**.

L'Algérie est un pays de tradition laitière ; Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale **(Ghaoues, 2011)**.

En raison de sa richesse et sa haute qualité nutritionnelle, le lait couvre une grande partie des besoins nutritionnels; C'est l'une des principales sources alimentaires et énergétiques de calcium, de protéines, de lipides et de vitamines, rééquilibrant ainsi les apports alimentaires des consommateurs **(Luquet, 1990)**.

Il constitue également, une matière première que la technologie alimentaire transforme en aliments dérivés (fromage, yaourt,...etc), consommés en quantités importantes aussi bien pour l'enfant que l'adulte. Différents types de lait connus : lait cru, laits modifiés (lait pasteurisé, lait stérilisé, le lait obtenu par UHT, le lait concentré,...).

L'attention particulière se penche sur le lait cru ou « lait de ferme », ce lait non transformé car ne subissant aucun traitement excepté une simple filtration et de ce fait garde tous ses propriétés naturels. C'est un aliment vivant, riche en facteurs qui facilitent la digestion et l'assimilation des nutriments qu'il contient. En effet, la production de ce produit hautement nutritif, doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine **(Ghaoues, 2011)**.

De point de vue microbiologique, le lait est considéré comme substrat instable car il constitue un milieu de culture favorable à la prolifération d'une flore microbienne variée. Provenant des mauvaises conditions d'hygiène de la traite ainsi qu'à l'état sanitaire des

animaux (**Guiraud, 1998**). Plusieurs germes tels que les levures et moisissures, surtout les bactéries, sont responsables de l'altération de la qualité et hygiénique des produits laitiers. Par exemple, les salmonelles, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli* (**Coulibaly et al., 2015**), pouvant causer des maladies graves telles que la brucellose, la tuberculose ou la listériose. Le traitement thermique du lait, avec la pasteurisation puis la stérilisation, a permis de réduire sensiblement l'incidence des maladies dues à la consommation de lait (**Claeys et al., 2013**).

La qualité physico-chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs, tels que l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race et la saison qui constituent des facteurs prépondérants de la mauvaise qualité du lait. Il est donc important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique du lait ainsi que de sa qualité hygiénique soient instaurés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail réalisé au sein de la laiterie EDOUGH ANNABA dont le principe consiste à contrôler la qualité microbiologique et physico-chimique de 20 échantillons de lait cru provenant de diverses communes de quatre wilayas : ANNABA, EL TARF, SOUK AHRAS et SKIKDA.

Ce manuscrit est organisé en quatre parties :

- Une synthèse bibliographique englobant des généralités sur le lait, ses propriétés ainsi que sa qualité microbiologique, suivi du matériel et méthodes appliquées afin de réaliser cette étude.
- Une partie d'interprétation des résultats issus aussi leur discussion.
- Et enfin nous terminerons par une conclusion et perspective.

Chapitre I

Généralités sur le lait

I.1. Généralité sur le lait

Le lait est le produit de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée. Il doit être collecté propre et exempt de colostrum. Telle est la définition adoptée lors de le 1er congrès internationale sur la prévention de la fraude alimentaire tenue à Genève en 1908 (**Veisseyre, 1975**).

Le lait est un aliment de première classe. Chez tous les mammifères, il peut répondre à tous les besoins alimentaires des nouveau-nés. Sa composition varie d'un animal à l'autre, et sa concentration est plus élevée car c'est un animal qui double rapidement son poids à la naissance (**Lederer, 1977**).

Jeantet et al., (2008) ont rapporté que le lait doit également être collecté dans de bonnes conditions sanitaires et fournir toutes les garanties sanitaires. Il peut être vendu tel quel, mais le plus courant est après la standardisation des lipides et la purification microbienne pour limiter les risques d'hygiène et assurer une durée de stockage plus longue.

I.2. Définition du lait cru

Le lait cru est du lait non chauffé au-dessus de 40°C, et il n'y a pas d'effet équivalent d'un traitement non thermique, notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes (**Deforges et al., 1999**).

Le Lait cru contient une flore microbienne indigène. Ce n'est donc pas un produit stérile, mais il contient peu de bactéries lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions et sur un animal en bonne santé : moins de 10^3 germes/ml. Ces micro-organismes sont essentiellement saprophytes du pis ou des canaux galactophores de l'animal. Lorsque le lait cru provient d'un animal malade atteint d'une infection généralisée ou d'une mammite, il peut contenir des bactéries pathogènes pour l'homme (**Pujol-Dupuy, 2004**).

Le lait constitue un bon milieu de culture. Les données du tableau 1 montrent le développement des bactéries dans le lait cru à température ambiante.

Tableau 1: Développement bactérien dans le lait cru (Lederer, 1977).

Temps après la traite en heures	Nombre de bactéries par ml
2	9000
3	21750
4	36250
9	60000
11	120000
27	5000000

D'autres chiffres permettent de montrer l'importance de la température de conservation du lait cru (tab.2).

Tableau 2: Evolution du développement bactérien dans du lait cru en fonction de sa température (Lederer, 1977).

Nombre de germes par ml de lait cru	Lait cru à 6°C	Lait cru à 18°C	Lait cru à 22°C
Au moment de la traite	6500	6500	6500
8 heures après la traite	12000		310000
24 heures après la traite	87000	5000000	11000000

I.3.Importance nutritionnelle

Du point de vue des calories et de la nutrition, le lait joue un rôle très important dans la nutrition humaine. La valeur d'un litre de lait est d'environ 750 kcal, il constitue également un élément de haute valeur nutritionnelle.

Le lait renferme une source de :

- Protéines avec une excellente valeur biologique
- Calcium
- Matière grasse
- Vitamines (Leroy, 1965).

Selon **Brule (2003)**, le lait est un aliment qui répond aux besoins nutritionnels et physiologiques des jeunes. Il couvre les besoins énergétiques, structurels et fonctionnels et aide le corps à résister à l'invasion des bactéries et des virus en augmentant le système immunitaire du nouveau-né. Cet aliment précieux est bénéfique pour la santé des os, riche en protéines et en calcium, et contient des facteurs de croissance anabolisants pour les os, comme l'ostéoprotégérine (**Turck, 2013**).

I.4.Composition chimiques

Le lait est un mélange liquide de nombreuses substances dont la plus abondante est l'eau. il est sécrété par des glandes mammaires des femelles mammifères (fig.1) (**Mathieu, 1998**).

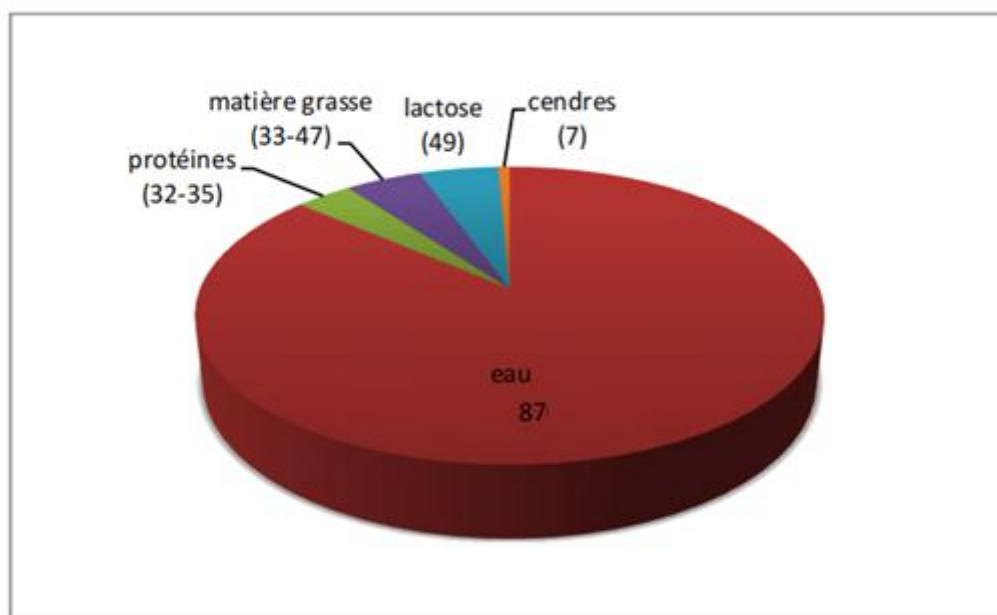


Figure 1: Composition globale du lait de vache (g/l) (**Jeantet et al., 2008**).

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

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **Pougheon et Goursaud (2001)** sont :

- L'eau, très majoritaire.
- Les glucides principalement représentés par le lactose.

- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Les éléments à l'état de trace mais ayant un rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait de vache est présentée dans le tableau 3

Tableau 3: Composition moyenne du lait de vache (g/l) (Mathieu, 1998).

Constituant du lait	Teneur en gramme par litre
Constituant minéraux	
Eau	902
Constituant salins minéraux	6.9
Gaz Dissous	0.1
Constituant organique	
Constituant salis organiques	1.7
Lactose	49
Matières grasse	38
Protéines ou constituants azotés protéiques	
Caséine	32
Protéines dites solubles	26
Constituants azotés non protéiques	6
Autres constituants	1.5

I.4.1. Eau

D'après Amiot *et al.*, (2002), l'eau est l'ingrédient le plus important du lait et la présence de dipôles et de doublets d'électrons libres le rend polaire. Cette caractéristique de polarité lui permet de former une véritable solution avec des substances polaires (comme les glucides, les minéraux) et des solutions colloïdales avec des protéines hydrophiles sériques.

I.4.2. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale (Benhila et Melahi, 2015). Il est responsable par son goût sucré et par sa concentration élevée de la saveur douce et agréable du lait frais (Romain *et al.*, 2008).

I.4.3. Matière grasse

Jeantet et al., (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules de 0.1 à 10 μm de diamètre entourées d'une membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait » ». Cette enveloppe protectrice est un assemblage complexe de protéines, et elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiables (1%) (Cholestérol et de β carotène) (fig.2).

La matière grasse représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acide gras saturé et de 35% d'acide gras insaturé.

La proportion d'acide gras polyinsaturé indique les proportions des différents constituants de la fraction lipidique du lait (**Grappin et Pochet, 1999**).

La fraction lipidique est constituée de :

a. Phospholipides du lait

Considérés comme lipides complexe. Dans le lait, on distingue trois types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyelines (**Cayot et Lorient, 1998**). La caractéristique la plus importante des phospholipides est leur propriété émulsifiante (**Jensen, 1955**).

b. Triglycérides

Sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (**Walstra, 1999**).

c. Fractions insaponifiables

La fraction insaponifiable regroupé l'ensemble des constituants de la matière grasse qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons, et qui après saponification, sont insolubles dans l'eau en milieu alcalin mais reste solubles dans des solvants organiques non miscibles à l'eau. On retrouve principalement dans les fractions insaponifiables des stérols, des caroténoïdes, des xanthophylles et des vitamines (A, D, E et K) (**Peereboom, 1969**).

La matière grasse du lait a une importance considérable dans l'industrie laitière, puisque c'est l'un des paramètres de base du paiement du lait par les producteurs (**Luquet, 1985**).

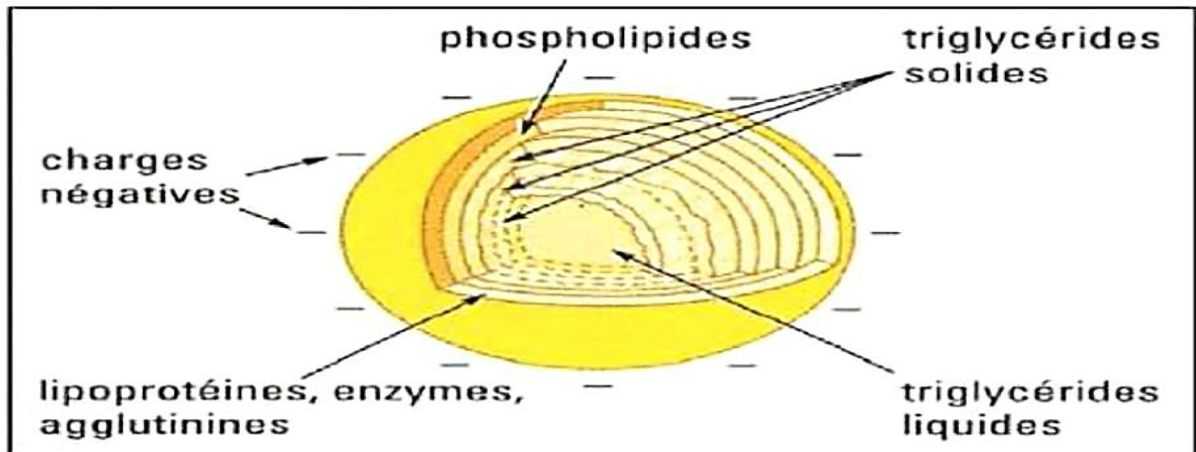


Figure 2: Localisation de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

I.4.4. Matières azotées totales

Selon Luquet (1986), on distingue deux types de matières azotées dans le lait :

- Les matières azotées non protéiques pour 5%.
- Les protéines pour 95%.

I.4.4.1. Matières azotées protéiques

Selon Jeantet *et al.*, (2007), le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales.
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 4: Classification des protéines (**Brunner, 1981**).

Noms	% des protéines	Nombre d'AA
CASEINES	75-85	199
Caséine α S1	39-46	207
Caséine α S2	8-11	209
Caséine	25-35	169
Caséine K	8-15	
Caséine g	3-7	
PROTEINES DU LACTOSERUM	15-22	
β --Lactoglobuline	7-12	162
α --Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

- **Caséine**

La caséine représente près de 80% de toutes les protéines du lait. Ils se rassemblent sous des formes sphériques appelées micelles. La taille des micelles est compris entre 100 et 500 nm, le diamètre moyen est proche de 180 nm, et varie principalement en fonction des espèces animales, des saisons et des stades de lactation (**Lenoir, 1985**).

Les micelles de caséine (fig.3) sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux (**Mahon et Brown, 1984**). Il semble claire que les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts de phosphate de calcium (**Mahon et Brown, 1984**).

La caséine native est composée de: protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et du magnésium 0.1 (**Adrian et al., 2004**).

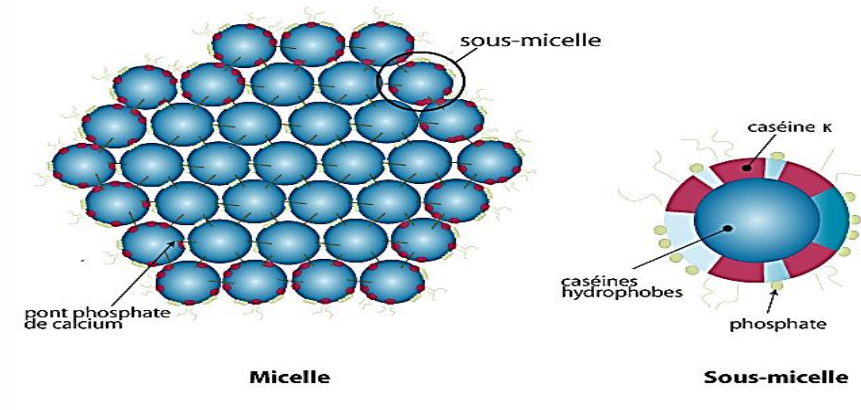


Figure 3: Modèle d'une micelle de caséine avec sous-unités (Amiot *et al.*, 2002).

Protéines du lactosérum

La protéine sérique existe sous la forme d'une solution colloïdale, représentant environ 20% de la protéine totale. Les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, le sérum albumine bovine (SBA) et la lactoferrine (Eigel *et al.*, 1984).

Thapon (2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

❖ β -lactoglobuline

Est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle représente environ 55%. Cette protéinée comporte 162 acides aminés avec 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G) (Debry, 2001).

❖ α -lactalbumine

L' α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (Vignola, 2002).

❖ Sérum albumin bovine (SBA)

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (Vignola, 2002).

❖ Immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (**Thapon, 2005**).

❖ Protéoses-peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (**Debry, 2001**).

I.4.4.2. Matières azotées non protéiques (ANP)

Ce sont des composés à poids moléculaire faible qui appartiennent à plusieurs familles chimiques, le plus important est l'urée (30 à 80%) ; on trouve aussi des acides aminés libres, des peptides et des bases organiques (**Mietton et al., 1994**). Elles restent en solution dans des conditions de précipitation des protéines du lait : acidification, élévation de température ou addition de la présure (**Mathien, 1998**).

I.4.5. Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (**Blanc, 1982**).

La quantité d'enzyme est très faible dans le lait ; mais on sait que l'activité de ces catalyseurs biochimique est telle qu'ils provoquent d'importantes modification a très basse concentration (**Alaise, 1974**).

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydase) et les oxygénases (tab.5) Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (**Kitchen et al., 1970**).

Tableau 5: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Veisseyre, 1975).

Groupe d'enzyme	Classe d'enzyme	pH	Température (C°)	Substrat
Hydrolase	Estérases			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Ester phosphorique
	Phosphatase acide	4-5.2	37	Ester phosphorique
	Protéase			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséine
Déshydrogénases	Sulphydrile oxydase	7	37	Protéine, peptide
	Xanthine oxydase	8.3	37	Base purique
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

I.4.6. Matière minérale

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux (tab.6), dont les principaux sont : le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations, le phosphate, le chlorure et le citrate pour les anions (Gaucheron, 2004). A cette liste s'ajoutent certains éléments, comme le soufre qui est présent dans les protéines et les oligo-éléments qui sont présents à l'état de trace tels que : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane lithium et probablement certains autres (Brulé *et al.*, 2008).

Les sels minéraux du lait et des produits laitiers se répartissent schématiquement en deux groupes :

- Les uns sont solubles dans la phase aqueuse du lait ou des produits laitiers
- Les autres sont à l'état solide, cristallisé ou amorphe (Gaucheron, 2004).

Tableau 6: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007).

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

I.4.7. Vitamines

Selon Vignola (2002), les vitamines sont des substances essentielles dans la vie car elles sont utilisées comme cofacteurs pour participer aux réactions enzymatiques et aux échanges au niveau de la membrane cellulaire. Elles sont classées en deux grandes catégories selon leur solubilité (tab.7), En vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait et vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse (Debry, 2001).

Tableau 7: Teneur moyenne des principales vitamines du lait (Veisseyre, 1975).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40 ug/100ml
Vitamine D	2.4 ug/100ml
Vitamine E	100 ug/100ml
Vitamine K	5 ug/100ml
Vitamine hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2 mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45ug/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175ug/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50ug/100ml
Vitamine B12 (cyancobalamine)	0.45ug/100ml
Niacine et niacinamide	90ug/100ml
Acide pantothénique	35ug/100ml
Acide folique	5.5ug/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5ug/100ml

I.5. Caractéristiques physico-chimiques du lait

I.5.1. Densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. La densité du lait à 15 °C est en moyenne 1,032 (1,028-1,035). Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait (Vignola, 2002).

I.5.2. Point de congélation

Le point de congélation du lait est généralement exprimé comme des degrés Hortvet (H). Il est la température de passage de l'état liquide à l'état solide, c'est l'une des constantes les plus stables du lait. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre - 0,54 °C et -0,55 °C (Kebchaoui, 2013).

I.5.3. Point d'ébullition

Les constituants du lait dans la solution vraie sont principalement responsables de l'élévation du point d'ébullition au-dessus de 100 °C. A pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est 100 °C et celui du lait est de 100,17 °C. Comme pour le point de congélation, il est fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration de lait et diminue avec la pression (Kebchaoui, 2013).

I.5.4. pH

Le lait de vache a une réaction faiblement acide, le pH est compris entre 6,6 et 6,8 ; c'est la conséquence de la présence de la caséine, des ions phosphoriques et citriques (substances acides), les valeurs inférieures à 6,5 ou supérieures à 6,9 sont considérées comme anormales (Alais, 1984). Selon le même auteur, le pH du lait change d'une espèce à l'autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate.

I.5.5. Acidité de titrable

L'acidité titrable indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait frais a une acidité de 16 à 18 D° (°Dornic). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (Mathieu, 1998). On exprime couramment l'acidité d'un lait en degrés Dornic ; ce dernier étant le nombre du dixième de millilitre de soude utilisée pour titrer 10 millilitres du lait en présence de phénolphtaléine (Dieng, 2001).

I.5.6. Extrait sec

La teneur en extrait sec du lait des différentes espèces de mammifères se situe entre des valeurs extrêmes très éloignées : de 100 à 600 g/l. La cause de ces différences est essentiellement la teneur en matière grasse. Le lait de vache présente un extrait sec total de 125 à 130 g/l (Alais, 1984).

L'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du lait cru sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8: Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru (Mathieu, 1998).

Caractéristique	Valeurs
Densité	1.028-1.034
Acidité titrable en degré Dornic (°D)	15-18
Point de congélation	-0.5-0.55
Point d'ébullition	100.5 °C
pH (20°C)	6.5-6.7

I.6. Caractéristiques organoleptiques

Juger la qualité du lait en fonction de son goût et de son odeur nécessite une compétence considérable, et cela ne peut être maîtrisé que par la pratique. La vérification de la consistance, de la couleur, de l'odeur et de la saveur du lait cru peut fournir une indication de la qualité du produit (tab.9) (Guiraud, 2003).

Le tableau ci-dessous résume les caractères organoleptiques du lait cru de vache

Tableau 9: Caractères organoleptiques du lait cru de vache (Guiraud, 2003).

Caractères examinés	Caractères normaux
Couleur	Blanc mat, blanc jaunâtre (très riche en crème)
Odeur	Odeur faible
Saveur	Saveur agréable
Consistance	Homogène

I.6.1. Couleur

Reumont (2009), a expliqué qu'il y a deux composants dans le lait, les lipides sous forme de globules lipidiques et les protéines sous forme de micelles de caséine qui diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent la lumière sans les absorber, et le rayonnement qu'ils renvoient est de la même composition que le rayonnement solaire, c'est-à-dire la lumière blanche.

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (**Fredot, 2005**).

I.6.2. Odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur caractéristique du lait est due à la matière grasse qu'il contient et qui fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette). Elle est toujours faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

I.6.3. Saveur

La saveur normale d'un bon lait est agréable et légèrement sucré, ce qui est principalement due à la présence de matière grasse, la saveur du lait se compose de son gout et de son odeur (**Horola, 2002**).

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines (**Martin, 2000**).

I.6.4. Viscosité

La viscosité du lait est une caractéristique complexe, particulièrement affectée par les particules colloïdales émulsionnées et dissoutes. La teneur en matière grasse et en caséine a l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, car il existe une relation étroite entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par les consommateurs (**Rheotest, 2010**).

I.7. Composants indésirables du lait

La mamelle est un émonctoire et le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés dérivés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement (pesticides), de traitements prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (**Mahieu et al., 1977**).

Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'il est souvent difficile d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé (**Mueller et Schroeder, 1978**). Les mesures de prévention restent la pratique la plus logique et la plus efficace.

I.7.1. Pesticides

Les résidus de pesticides sont des substances polychlorées, liposolubles, et s'accumulent donc dans les graisses de réserve. Lors de la fonte des graisses, les substances emmagasinées sont brusquement remises en circulation, et des manifestations d'intoxication peuvent apparaître (**Beroza et Bowman, 1996**).

I.7.2. Métaux

Parmi les métaux qui sont susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé : le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure (**Vanier, 2005**).

I.7.3. Antibiotiques

Leur usage chez l'animal en fait des constituants sporadiques du lait, et donc une source de sélection de souches résistantes et d'accidents allergiques pour le consommateur. Pour ces substances comme pour tous les médicaments vétérinaires, les limites maximales de résidus (LMR) sont définies pour chaque principe actif afin de définir un temps d'attente pendant lequel la commercialisation du lait est interdite (**FAO, 1995**).

Chapitre II

Microflore du lait

II.1. Qualité hygiénique du lait

Le lait, destiné à l'alimentation humaine, est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Contaminé, il peut être un vecteur de transmission de germes pathogènes à l'homme et peut présenter un risque pour la santé humaine (**Ghazi et Niar, 2011**).

Les conditions d'hygiène dans les fermes et jusqu'à l'arrivée du lait dans les laiteries imposent une surveillance de sa qualité bactériologique (**Hamiroune et al., 2016**).

II.1.1. Gestion de l'hygiène

Des éleveurs et producteurs laitiers cherchent à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du lait (**FAO, 2004**).

Pour préserver cette matière il faut appliquer des bonnes pratiques d'hygiène tout le long du circuit de sa production et notamment à la traite (**Crapelet et Thibier, 1973**).

- **Hygiène de la traite**

La traite constitue la première étape de récolte du lait, son objectif est l'extraction d'une quantité maximale de lait de la mamelle. Une mauvaise technique et hygiène de traite reste la cause d'introduction des germes dans la mamelle et de la contamination du lait (**Cuq, 2007**).

Pour une traite saine il faut respecter :

- Le nettoyage des machines à traire ;
- Le nettoyage des mains des trayeurs ;
- Le lavage des mamelles et des trayons avant la traite ;
- L'essuyage des trayons ;
- La désinfection des trayons ;
- L'élimination des premiers jets.

- **Hygiène de l'étable**

Les principales mesures à prendre en considération pour diminuer le risque de passage de la flore pathogène et qui rend le produit initial (lait) impropre à la consommation et à la transformation sont l'évacuation des bouses, la ventilation et le renouvellement de la litière (**Dudouet, 2004**).

- **Hygiène de l'animal**
- **Etat de santé**

Détecter précocement et systématiquement les maladies particulièrement dangereuses : comme la tuberculose, mammites.

- **Propreté générale**

Pansage journalier évitant la présence de souillures voire de plaques d'excréments.

- **Propreté de la mamelle**

Par le passage sur le pis d'un linge propre trempé de solution légèrement antiseptique tiède, cette dernière devra être renouvelée aussi souvent que nécessaire pour rester propre et remplir son rôle (**Crapelet et Thibier, 1973**). Le maintien de la propreté du pis et des membres aide à réduire la propagation des agents pathogènes de l'environnement vers le tractus du mamelon (fig.4) (**Levesque, 2004**).



Figure 4: Evaluation de la propreté des vaches (1 : propre ; 2 : relativement propre ; 3 : souillé; 4 : très souillé) (**Levesque, 2004**).

II.2. Flores microbiennes du lait

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet. Bien entendu les micro-organismes existant dans notre environnement vont trouver dans le lait un substrat idéal pour leur développement. Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles.

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animale malade : ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire (**Iarpent, 1997**).

II.2.1. Flore originelle ou indigène

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain avec moins de 5000 UFC / ml.

Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des micro-organismes mésophiles, il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoque mais aussi streptocoque lactique (*lactococcus*) et lactobacille (tab.10) (**Plommet, 1987**).

Les germes banaux du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait. Les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxications graves qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs (**Guiraud, 2003**).

Tableau 10: Flore indigène du lait cru (**Vignola, 2002**).

Microorganismes	Pourcentage (%)
Micrococcus sp.	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou lactococcus	< 10
Gram négatif	< 10

II.2.1.1 Bactéries lactiques

Le groupe des bactéries lactiques est défini comme une collection de plusieurs genres, caractérisée par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique. Ce sont généralement des coques ou bacilles Gram positifs, fixes, non sporulés, ainsi que d'autres

bactéries produisant de l'acide lactique, mais ne sont pas considérés comme faisant partie du groupe de l'acide lactique tel que *bacillus* et *sporolactobacillus* qui sont des bactéries Gram⁺ sporulées (fig.5) (Axelsson, 2004).

Ils sont omniprésents dans la nature et existent également dans le tube digestif humain. S'ils sont connus pour leur rôle dans la préparation de produits laitiers fermentés, ils peuvent également être utilisés pour faire des légumes, rôti faire du vin et mariner du poisson, de la viande et des charcuteries (Prescott et al., 2010).

Selon Sneath et al., (1986), la classification des bactéries lactiques est Basée sur les caractères :

- Morphologiques (forme, diamètre cellulaire, mobilité, sporulation).
- Physiologiques et biochimiques (quantité de l'acide lactique produit, température de croissance, tolérance à l'oxygène, production de gaz et d'arôme, capacité de résisté aux sels biliaries et à différentes valeurs de pH).
- Immunologiques la sérologie a été utilisée pour la classification et l'identification de streptocoques, comme le cas des streptocoques lactiques qui sont rangés dans le groupe sérologique N.

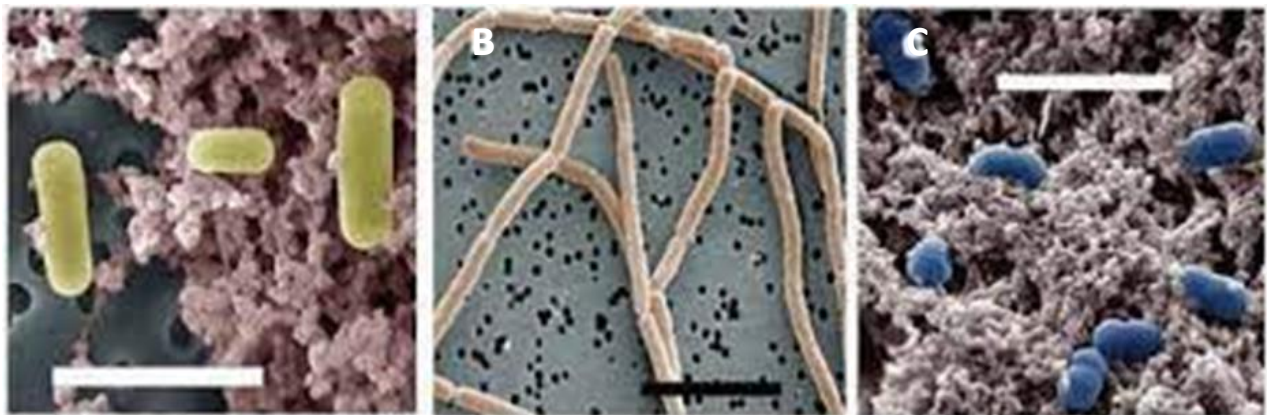


Figure 5: Bactéries lactiques (A): *Lactobacillus helveticus*. (B): *Lactobacillus delbrueckii*. (C): *Lactococcus lactis* (Prescott et al., 2010).

II.2.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu' à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène provoquant des maladies (tab.11) (Andelot, 1983).

Tableau 11: Germes contaminant le lait cru (Jakob et al., 2009).

Source de contamination		Psychrotrophes
Germes gram positifs Germes sporulés aérobies	Terre, poussière, foin (très répandu))	Certaines espèces
Germes sporulés anaérobies (clostridies)	Ensilage, fourrage vert en fermentation, boue	Non
Entérocoques	Fèces, résidus de lait	Non
-staphylocoques	Peau, muqueuses	Non
Microcoques	Peau, résidus de lait	Certaines espèces
Bactéries propioniques	Peau, résidus de lait, fourrage vert en fermentation, ensilage	Non
Bactéries lactiques	Plants, ensilages, résidus de lait, muqueuses	Non
Bactéries corynéformes	Peau, sol	Certaines espèces
Germes gram négatifs Colibactéries (<i>E. coli</i>)	Fèces, eau usées	Non
Entérobactéries	Plantes, fèces, eaux usées	Certaines espèces
<i>Pseudomonas</i>	Eau, sol (très répandu)	Oui
<i>Alcaligenes</i> , <i>Flavobacterium</i> , etc.	Eau, sol (très répandu)	Oui
Levures	Sol, plantes, résidus de lait (très répandues)	oui

II.2.2.1. Flore mésophile aérobie total

Les niveaux de microflore totale ou FMAR (Flore Mésophile Aérobie Revivifiable) apparaissent très variables selon les différentes études, issus de pays différents.

La flore aérobie mésophile totale est constituée d'un groupe de micro-organismes différents types de microorganismes correspondant à des bactéries banaux de contamination. Son nombre reflète la qualité microbiologique générale du lait cru, lui permettant de suivre son évolution au cours de sa production, transformation (Guiraud et Rosec, 2004).

II.2.3. Flore d'altération

Elle exploite des défauts sensoriels (goût, arôme), ce qui peut raccourcir la durée de conservation des produits laitiers. Mais parfois, certains micro-organismes nuisibles peuvent

également être agent pathogène. L'un n'exclut pas l'autre. Les plus impliqués sont les coliformes, levures et les moisissures (Essalhi, 2002).

II.2.3.1. Flore thermorésistante

De nombreuses bactéries peuvent résister au traitement thermique usuel pour stériliser ou conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes. Leur développement ultérieur peut provoquer la protéolyse et le caillage 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 (72 ° C pendant 15 secondes).
- La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas ravagée par chauffage à 75° C pendant 12 secondes.
- La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80° pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100° C (FAO, 1995).

L'étude de cette flore permet d'évaluer la pollution due à la traite, de mettre au point les techniques de traitement thermique à mettre en œuvre et de contrôler leur efficacité.

Les composantes de cette flore thermorésistante sont: *Micrococcus*, *Microbacterium* et *Bacillus* dont l'espèce *cereus* produit une entérotoxine stable après pasteurisation.

Les bactéries sporulées rencontrées en laiterie appartiennent aux genres ci-après:

-***Bacillus***, dont les activités enzymatiques peuvent être responsables de l'acidification, la coagulation, ou la protéolyse des laits de longue conservation (Guiraud, 2003).

- ***Clostridium***, qui peut provoquer de graves altérations des fromages à pâte dure, mi-dure et fondue. Ces altérations provoquent à leur tour, le gonflement des fromages contribuent à leur donner un goût rance et piquant très désagréable.

Clostridium perfringens causes de toxi-infection alimentaire. Après incubation de 8 à 22 heures, des troubles légers et passagers apparaissent : diarrhée profuse, aqueuse, ballonnement, douleurs abdominales (Dieng, 2001).

II.2.3.2. Coliformes

Les coliformes sont des bactéries Gram⁻ non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives, glucose⁺, oxydase⁻, nitrate réductase⁺, fermentant le lactose avec production de gaz. Le groupe comprend les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Cuq, 2007).

Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts :

- Les non fécaux dont l'origine est l'environnement général des vaches, ils sont détectés dès 30°C.
- Les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermotolérants (détectés à 44°C), *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe (Jakob et Winkler, 2009).

Cependant, les coliformes thermotolérants sont considérés comme des indicateurs de contamination fécale, c'est-à-dire que leur présence souligne un risque potentiel de présence de pathogènes entériques comme les salmonelles. Par ailleurs, certains sont des opportunistes et peuvent induire des infections chez l'homme. Véhiculés dans le lait de façon accidentelle lors de la traite, leur ingestion peut être à l'origine d'intoxications alimentaires. Ainsi, certaines souches d'*Escherichia coli* produisent des toxines qui provoquent des diarrhées. D'autres souches sont considérées comme hautement pathogènes (*E. coli* O 157 : H7) et peuvent provoquer des complications rénales et hémorragiques (Hélène, 2010).

II.2.3.3. Psychrotrophes

Le terme « psychrotrophe » désigne des micro-organismes qui ont la faculté de se développer à une température inférieure à 7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée (Colin, 1989). Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer les genres à Gram⁻ : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*, etc.. et les Gram⁺ : *Micrococcus*, *Corynebactérium*, etc.. En général dans le lait, c'est le genre *Pseudomonas* qui domine (Monsallier, 1994).

Ces germes produisent des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables dans les produits laitiers: goût amer, rance, putride (Mourgues, 1983).

II.2.3.4. Levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des cellules eucaryotes, trouvées aussi bien dans le lait cru, le lait en poudre ainsi que dans tous les autres produits laitiers (**Alais, 1984**).

a. Levures

Les levures sont des champignons chez lesquelles la forme unicellulaire est prédominante, elles se distinguent aisément des bactéries par leur taille plus grande et par leur reproduction végétative s'effectuant le plus souvent par bourgeonnement, leur reproduction sexuée conduit le plus souvent à la formation d'asques (**larpent, 1997**).

Elles sont particulièrement rencontrées et utilisées dans les industries alimentaires comme agents de fermentation, mais peuvent être aussi des microflore d'altération (**Fadda et al., 2010**).

Les espèces de levures le plus souvent reconnues dans le lait de vache sont *Kluyveromyces marxianus* et *Kluyveromyces lactis* (**Desmaures, 1997**).

b. Moisissures

Les moisissures sont fréquemment retrouvées dans les laits, mais leur niveau moyen ne dépasse pas 10 UFC /ml (**Michel et al., 2001**).

Elles intéressent un grand nombre de produits laitiers. Pour leur production de lipases et de protéases. Par ailleurs, des penicilliums sont utilisés pour recouvrir la croûte des fromages à pâte molle d'une « fleur » blanche et pour former des veines de couleur bleue dans les fromages à pâte persillée (**FAO, 2005**).

II.2.4. Bactéries pathogènes

Le lait et les produits laitiers peuvent contenir des germes pathogènes pour l'homme. L'animal et l'environnement. Parmi les micro-organismes pathogènes que l'ont trouvé dans le lait : les staphylocoques, les entérobactéries, les germes zoonotiques comme les brucelles et le bacille tuberculeux sans oublier certains virus comme celui de l'hépatite A (**Lamontagne, 2002**).

a. Staphylocoques

Ils sont principalement représentés par *Staphylococcus aureus*, qui existe dans Lait cru. La principale source de cette contamination est les mammites. L'espèce *S. aureus*, (plus communément appelé staphylocoque doré) se distingue souvent des autres espèces de *Staphylococcus* appelées Staphylococcus à coagulase négative (SCN). *Staphylococcus aureus* est une bactérie qui joue un rôle important dans les infections communautaires que nosocomiales (**Buyser et Lapeyre, 1994**).

Cette bactérie est à l'origine d'une grande proportion de mammites sub-cliniques et chroniques chez les vaches laitières, comme les petits ruminants, représentant environ un tiers des mammites cliniques. Ces infections à long terme sont les plus difficiles à guérir avec des antibiotiques, elles sont donc très fréquentes. D'autre part, la colonisation de la peau et des muqueuses par *Staphylococcus aureus* (le concept de porteurs sains) et l'infection des lésions de la surface du mamelon sont également à l'origine de la contamination du lait. Les hommes présentant des plaies contaminées ou des abcès peuvent également être un vecteur (**Lamprell, 2003**).

L'ingestion de toxines produites par *Staphylococcus aureus* peut provoquer des maladies gastro-intestinales engendrant une déshydratation, qui peut être grave pour les personnes à risque (**Crémoux et al., 2008**).

b. Salmonella

Les salmonelles sont des entérobactéries qui ferment le glucose avec la production de gaz (sauf pour *S. typhi*), mais ne fermentent pas le lactose.. Ils ont également un tropisme digestif et sont pathogènes pour l'homme et de nombreux animaux vertébrés. L'exemple des espèces responsables de fièvres typhoïdes (*S. Typhi*, *S. Paratyphi* A, B, C) (**Balzer, 1976**).

Les personnes qui consomment du lait contaminé par des *salmonelles* courent un risque de salmonellose. Comme dans le cas d'autres toxi-infections alimentaires les symptômes de la salmonellose ressemblent à ceux de la grippe (**Streit et al., 2006**).

La salmonellose est une des causes les plus importantes de maladie entérique d'origine alimentaire chez les humains et peut causer une maladie parfois sévère et même la mort (**OMS, 2005**).

c. *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* renferme des bacilles Gram négatif, non sporulés, très généralement mobiles grâce à un ou plusieurs flagelles polaires, aérobies, chimioorganotrophes avec catalase⁺ et une oxydase⁺. Il est retrouvé très fréquemment dans les laits crus réfrigérés (**Desmaures, 1995**).

Pseudomonas a un intérêt à produire des enzymes qui participent à l'affinage, et leur action bénéfique sur la pression favorise le métabolisme des bactéries lactiques (**Demarigny et al., 1997**).

d. *Listeria*

Listeria monocytogenes est un bacille à Gram positif qui est largement distribué dans la nature et capable de provoquer une toxi-infection qui a le plus souvent, pour origine la consommation de lait cru ou de fromages crus, élaborés à partir de laits contaminés.

Atteignant essentiellement des personnes fragiles ou immunodéprimées, la listériose se caractérise par un syndrome grippal, parfois compliqué de méningite, de méningo-encéphalite, ou d'avortements dans le cas de femmes enceintes (**Milhaud, 1999**).

e. *Clostridium*

Ce sont des bacilles Gram⁺, sporulés. Ces bactéries contaminent de nombreux produits alimentaires : lait, eau, viande, aliments fermentés ou congelés et surtout les conserves alimentaires (**larpent, 1997**).

Le botulisme est une maladie rare mais potentiellement grave due à la toxine produite par *Clostridium botulinum*. La toxine botulique 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, causée par l'ingestion directe de toxine botulique préformée dans un aliment (**Espie et al., 2010**).

f. *Brucella*

Elle est plus fréquente, en particulier à partir du lait de vache (*Brucella melitensis*, *Brucella abortus* et *Brucella suis*) (**Guiraud, 2003**).

Gourreau (2008) et Fournier (2014), ont rapporté que les *Brucella* sont également sensibles à la chaleur et sont détruites par pasteurisation ou traitement thermique du lait pendant plus de 30 minutes entre 60 et 70 °C, aux agents physico-chimiques tels que les rayons UV, les désinfectants, les antiseptiques et l'acidification mais résistent aux ammoniums quaternaires. La décontamination par la chaleur reste la plus efficace.

La brucellose Maladie grave par ses complications d'endocardite, d'arthrite, ou d'orchite, elle a le plus souvent pour origine un contact direct avec un animal de rente, ses tissus, ou ses excréments. Dans ce cas il s'agit d'une maladie professionnelle qui atteint les éleveurs, les vétérinaires. Plus rarement, l'homme se contamine lors de la consommation de lait cru de vache. Elle est due à des bactéries, hôtes d'animaux domestiques ou sauvages, du genre *Brucella*, espèces abortus (bovins) (**Milhaud, 1999**).

g. Mycobactérie

Il s'agit de bactéries appartenant au genre *Mycobacterium*, Les mycobactéries se présentent comme des bacilles droits ou légèrement incurvés, immobiles, incapables de former des spores, conidies et capsules. Il existe des espèces transmises par certains aliments: viandes, lait cru (la contamination se fait habituellement par voie aérienne). Il s'agit essentiellement des espèces *Mycobacterium tuberculosis* et *Mycobacterium bovis*, responsables de la tuberculose (**Guiraud, 2012**).

Les tuberculoses des animaux familiers ou celles du bétail, dues à *Mycobacterium bovis*, étaient à l'origine de nombreux cas humains. L'homme se contaminait par voie respiratoire, par consommation de lait cru, *Mycobacterium tuberculosis* agent principal de la tuberculose humaine, ne se trouve pas dans la nature en dehors de Produits provenant de l'homme infecté (**Milhaud, 1999**).

II.2.5. Virus et parasites

a. Virus

Les principaux virus liés à l'industrie laitière sont le virus de l'hépatite A et les bactériophages. Ces phages ou bactériophages attaquent les jeunes bactéries ou les bactéries en fermentation dans une période de multiplication dite phase logarithmique.

Les virus de la peste bovine et de la fièvre aphteuse peuvent également être trouvés dans le lait. Ce dernier est excrété avant et après l'expression clinique de la maladie. Celui de la peste bovine est détruit par la pasteurisation (**Seydi, 1982**).

Les entérovirus et les adénovirus souvent excrétés dans les fèces de personnes cliniquement saines, peuvent sans aucun doute provoquer une contamination généralisée des réserves de lait. Ainsi le lait cru et le lait contaminé après pasteurisation jouent très probablement un rôle dans la propagation de ces virus (**Baazize et Benghodbane, 2009**).

b. Parasite

La consommation du lait peut provoquer certaines parasitoses. A telles que : la balantidiose, la dysenterie amibienne, la toxoplasmose, etc.

Dans d'autres circonstances, le lait est souillé par des œufs de métazoaires qui provoquent chez le consommateur l'ascaridiose et l'oxyurose (**Monote, 1977**).

Il est certain que quelques-unes des affections parasitaires transmises par l'homme par l'alimentation peuvent être transmises par le lait (**Baazize et Benghodbane, 2009**).

II.3. Contamination des équipements

La contamination des équipements est généralement caractérisée par la formation de biofilms laitiers dominés par différentes bactéries. En raison de la détérioration des aliments et de la dépréciation des équipements, la formation de ces biofilms sur les équipements peut entraîner de graves problèmes d'hygiène et des pertes économiques (**Flint et al., 1997**).

Les micro-organismes du biofilm catalysent des réactions chimiques et biologiques, corrodant ainsi les métaux dans les tuyaux et les réservoirs, et s'ils deviennent suffisamment épais, ils réduiront l'efficacité du transfert de chaleur (**Simoes et al., 2009**).

Matériel et méthodes

III.1. Objectif

La présente étude vise à contrôler la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache durant les mois avril-mai 2021.

Notre expérimentation a été effectuée au niveau de l'industrie laitière EDOUGH-ANNABA.

III.2. Présentation de la laiterie EDOUGH-ANNABA

La laiterie EDOUGH- ANNABA (LEA) est une unité de transformation affiliée au groupe Étatique GIPLAIT (Groupe Industriel des Productions Laitières).

Cette entreprise EDOUGH a ouvert ses portes en 1975 sous forme d'unité de production Appartenant à l'ONALAIT (office nationale du lait). La restructuration de l'ONALAIT en 1982 a donné naissance à trois offices régionaux : OROLAIT (ouest), ORLAC (centre), ORELAIT (est).

Cependant après la restructuration de ce dernier office par acte notarié en Date de 05/10/1997, cette unité est devenue la laiterie EDOUGH-ANNABA qui a pu satisfaire les besoins en lait et produits laitiers (lait fermenté, camembert, beurre...), non juste de la Wilaya d'Annaba mais aussi de d'autres wilayas voisines.

❖ Situation géographique

L'unité EDOUGH est située dans la commune d'EI-BOUNI wilaya d'Annaba est limitée au Nord par la route nationale N°16, au sud par le chemin de fer SNTF, l'Est par l'entreprise FEROVIAL et l'Ouest par l'entreprise SNVI. La production Journalière de la laiterie est de 160000 litres.

La laiterie est construite sur une superficie de 06 hectares répartir-en: (tab.12).

Bloc administratif : direction générale et administration, direction de finance et comptabilité.

Ateliers de fabrication : la fromagerie et la laiterie ; cette dernière est répartie en trois

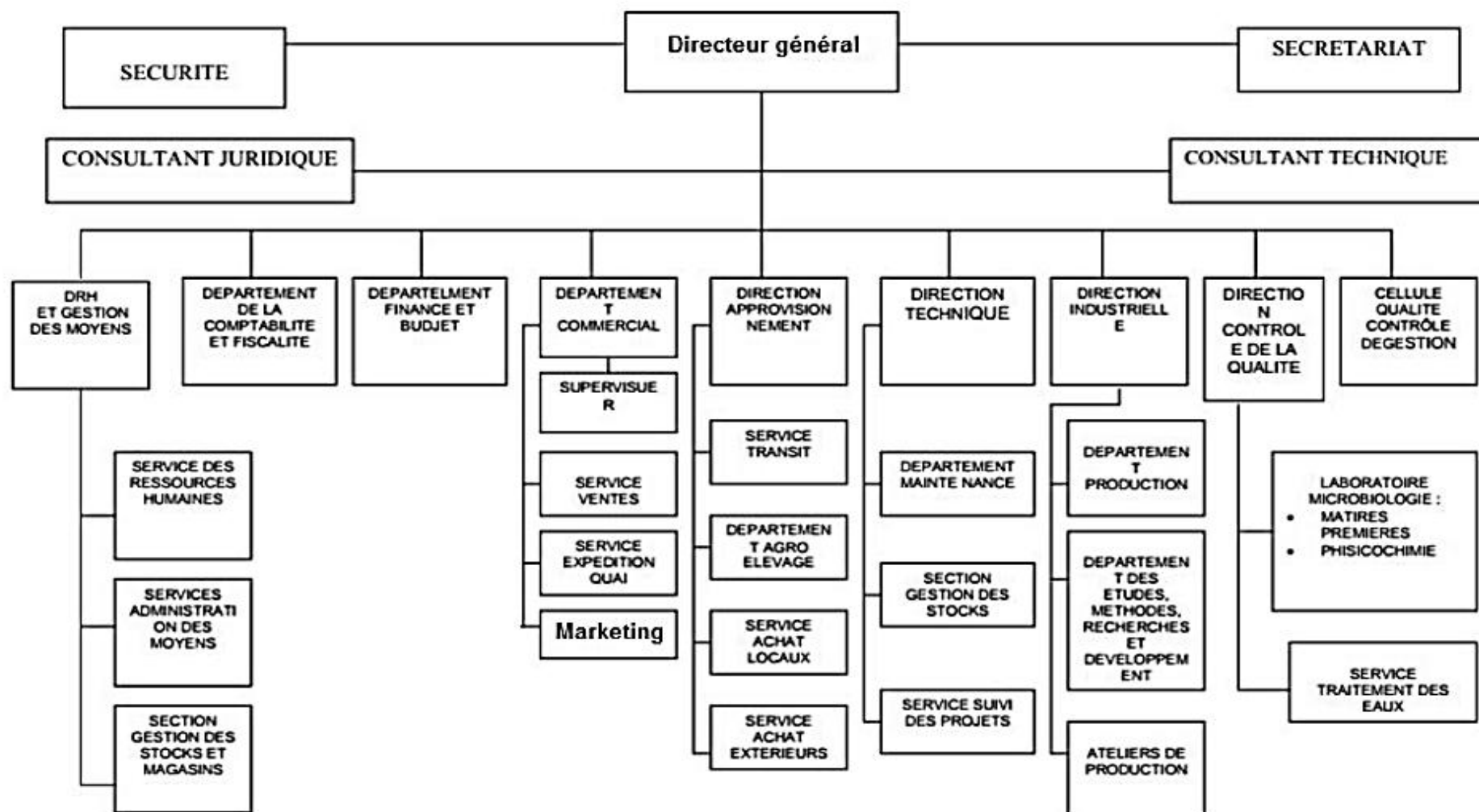
Compartiments : service de collecte, atelier de transformation et un magasin de distribution.

Laboratoires : un pour les analyses physico-chimiques et un autre pour les analyses microbiologiques.

Les chambres de stockage : y compris les chambres froides avec une capacité de 972m².

Les utilités : chaudières, station de froid, station des traitements des eaux...

Tableau 12: Organigramme de la laiterie EDOUGH-ANNABA.



III.3. Production de l'unité

La laiterie d'EDOUGH produit le lait ainsi que ses dérivés :

- Beurre
- Fromage (Camembert)
- Crème fraîche
- Lait battu (Lben)
- Galdi lait cartonne
- Yaourt
- Raib
- Flan

III.4. Processus technologique du lait cru

III.4.1 La collecte et la réception du lait

➤ La collecte

Cette laiterie est conventionnée avec 25 collecteurs et 547 éleveurs laitiers à partir de 4 wilayas (ANNABA, SKIKDA, EL TARF, SOUK-AHRAS) Elle réceptionne environ 33000 litre de lait cru par jours.

➤ La réception du lait cru

Le lait de vache est recueilli et transporter à l'usine dans des camions citernes isothermes. La réception du lait se fait au niveau du quai de réception.

Le paiement de lait au niveau de l'unité ainsi que le rejet des citernes se font seulement sur la qualité physico-chimique (taux de la matière grasse, acidité, et densité). Sachant que toutes les citernes réceptionnées au niveau de l'unité passent obligatoirement par des analyses physico-chimique et un nombre très limite fera l'objet d'analyse microbiologique.

III.5. Prélèvement du lait cru

20 échantillons de lait de vache cru ont été prélevés directement des citernes de collecte. Avant chaque prélèvement, le lait est mélangé manuellement pour obtenir un échantillon homogène.

Les échantillons destinés à l'analyse microbiologique sont prélevés aseptiquement à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la citerne de la collecte iso thermique, après flambage et élimination des premiers jets. Les prélèvements sont aussitôt refroidis dans un réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse dans un délai n'excédant pas les 3 heures.

III.6. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques de l'échantillon de lait cru ont été effectuées dans le laboratoire de la laiterie EDOUGH, suivant les méthodes officielles décrites par les normes algériennes.

III.6.1. Détermination de la densité et de la température

a. Température

La mesure de la température se fait par l'introduction immédiate de la sonde du thermomètre dans la louche contenant le lait échantillonné. La valeur de la température est affichée en tenant le thermomètre dans une position légèrement inclinée.

b. Densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du volume d'eau (**Pointurier, 2003**).

Principe

La mesure de la densité est effectuée par thermo-lactodensimètre qui est muni d'une échelle sur sa partie supérieure indiquant des graduations.

Mode opératoire

- Remplir une éprouvette de 250 ml tenue inclinée jusqu'au débordement de lait sur ses côtés pour éviter la formation de mousse ou de bulles d'air ;
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette, et après stabilisation de celui-ci on effectue la lecture;
- Lecture de la valeur de densité après stabilisation de l'appareil (fig.6).

Correction

Si le lactodensimètre est utilisé à une température autre que 20°C, une correction de la lecture doit être faite par la formule suivante :

$$\text{Densité corrigée} = \text{densité lue} + 0,2 (\text{température du lait} - 20^\circ\text{C}).$$



Figure 6: Détermination de la densité (photo personnelle).

III.6.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable du lait représente la quantité d'acide lactique libérée par transformation du lactose en acide lactique en présence de bactéries lactiques. On exprime couramment l'acidité du lait en degrés Dornic ($1^\circ\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique par litre de lait}$) ou en grammes d'acide lactique par litre du lait.

Principe

S'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.



Mode opératoire

- Introduire 10 ml du lait dans un Bécher de 100 ml ;
- Ajoutée quelques gouttes (3 à 4) de la phénolphtaléine à 1% ;
- Titrée l'ensemble avec une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à apparition d'un virage rose facilement perceptible par comparaison avec la solution témoin constituée du même lait (fig.7).

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en degré Dornic en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité} = V.10 (D^\circ)$$

V : volume (en ml) de la chute de la burette.

$$1\text{ml} = 10^\circ\text{D}$$



Figure 7: Détermination de l'acidité dornic (photo personnelle).

III.6.3. Détermination de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique de Gerber)

Principe

Le principe de la méthode de Gerber est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre après attaque acide des éléments du lait excepté la matière grasse.

La séparation de cette dernière en une couche claire et transparente est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool isométrique.

Mode opératoire

Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- 10 ml d'acide sulfurique sont introduits dans le butyromètre tout en évitant de mouiller le col ;
- Ajoutée 1 ml de lait et 1 ml d'alcool iso amylique ;
- Fermer le butyromètre et bien homogénéiser en faisant attention à ne pas se brûler car la réaction mise en jeu est exothermique ;
- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER ;
- Centrifuger à 1200 tours pendant 5 minutes (fig.8).

Lecture

- A la sortie de la centrifugeuse, on obtient dans la partie graduée du butyromètre une colonne claire et transparente de matière grasse dont on lit la hauteur.
- La teneur en matière grasse du lait exprimée en gramme par litre, est égale à :

$$MG = (N - N') \cdot 10$$

MG : matière grasse.

N: la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse.

N': la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.



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

III.6.4. Détermination de la teneur en matières sèche totale " extrait sec total "

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985).

Principe

La détermination de l'extrait sec total (EST) nous permet d'évaluer la qualité de notre lait (éviter un mouillage excessif du lait).

La matière sèche du lait est obtenue par évaporation et dessiccation d'un certain volume de lait dans des conditions définies, avec pesée du résidu.

Mode opératoire

- Dans la capsule séchée et tirée à 0.1mg près, introduire 10ml de lait ;
- placer la capsule découverte à l'inférieur de l'étuve à $103 \pm 2^\circ \text{C}$ pendant 5 heures et on laisser refroidir dans un dessiccateur ;
- Peser La capsule refroidie à 0,1 mg près (fig.9).

La matière sèche est exprimée en gramme par litre de lait :

$$\text{EST} = (M - M') \cdot 1000 / V$$

EST : Extrait sec total ;

M: Masse en gramme de la capsule vide ;

M':Masse en gramme de la capsule contenant le résidu (après dessiccation) ;

V:volume en millilitre de la prise d'essai.

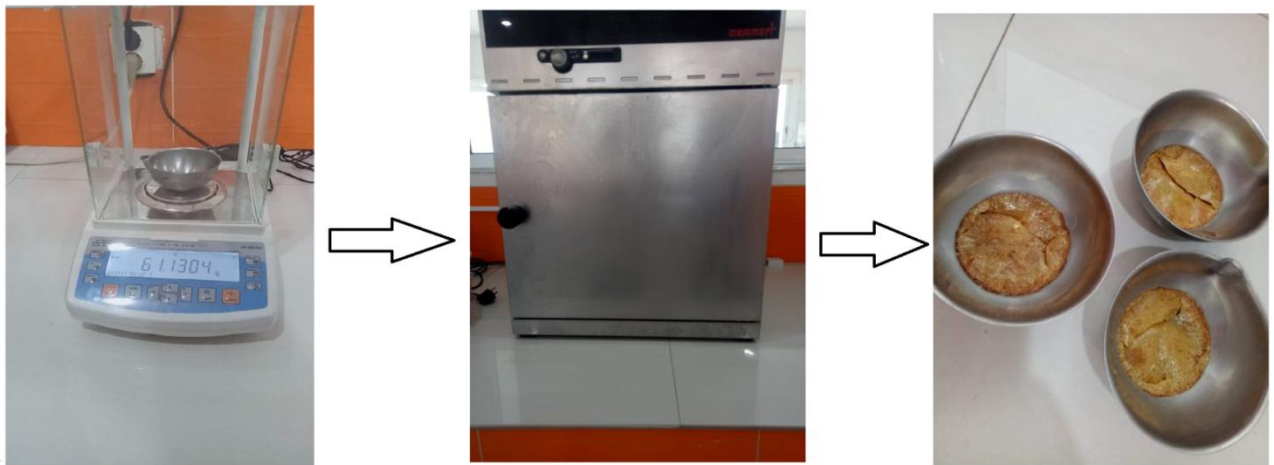


Figure 9: Détermination de l'extrait sec total (photo personnelle).

III.6.5. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé "ESD"

Le taux de l'extrait sec dégraissé exprime la teneur en éléments secs débarrassés de la matière grasse, beaucoup plus constante que la matière sèche totale, elle est presque toujours voisine de 90 g/l (Veisseyre, 1975).

La teneur en extrait sec dégraissé est déterminée par la soustraction de la teneur en matière grasse à l'EST.

La teneur en ESD est calculée comme suit :

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

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : Extrait sec total.

MG : Matière grasse.

III.6.6. Détermination de l'amidon dans le lait

Principe

La réaction est basée sur celle qui est utilisée dans l'odométrie :

- Fixation par le colloïde de l'iode libre dans une solution aqueuse.
- Absorption par les micelles de l'amidon et formation de couleur.

Mode opératoire

- Peser 1g d'échantillon, et le transférer dans tube à essai ;
- Ajouter 20 ml d'eau distillée et agiter ;
- Bouillir en bain-marie pendant 5min ;
- Laisser refroidir à température ambiante ;
- Ajouter 0,5 ml de la solution iodée, agiter et observer la couleur obtenue.

Expression des résultats

- Une coloration bleue indique la présence d'amidon natif dans l'échantillon.
- Lorsque l'échantillon contient de l'amidon modifié, la couleur ne doit pas être bleue.

Remarques

La couleur, intensité de la couleur et l'aspect microscopique de l'amidon varient selon l'origine de l'amidon natif (par exemple : maïs ou pomme de terre) et selon le type d'amidon modifié dans l'échantillon. En effet en présence de l'amidon modifiée, la couleur obtenue vire au violet, au rouge ou au brun, suivaient le degré de modification de la structure cristalline de l'amidon natif.

III.6.7. Détermination des résidus d'antibiotique

La recherche des antibiotiques se fait à l'aide d'un incubateur, en utilisant le Beta Star Combo qui est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-lactames (Amoxicilline, Ampicilline...) et résidus d'ATB Tétracycline (Oxytétracycline, tétracycline...) dans le lait cru.

Procédure de test

- Fixez un point de pipette jetable à l'extrémité de la pipette ;
- Insérez l'embout de la pipette dans l'échantillon de lait, appuyez sur le piston la pipette jusqu'au premier arrêt puis relâchez lentement le piston pour aspirer 200µl de lait ;
- Positionnez l'embout de pipette (chargé de lait) sur un puits de réaction et appuyez sur le piston pour expulser complètement l'échantillon de lait dans le puits ;
- A l'aide de la même pointe de pipette, aspirez l'échantillon de haut en bas environ 10 fois pour dissoudre complètement les particules de réaction lyophilisées dans le lait. Retirez et jetez le point de la pipette ;

- Incuber pendant 3 minutes à température ambiante ($25 \pm 5^\circ\text{C}$) ;
- Après 3 minutes, insérez le bas de la bandelette de test dans le puits contenant l'échantillon de lait avec les flèches pointant vers le bas ;
- Incuber pendant 4 minutes à température ambiante ($25 \pm 5^\circ\text{C}$) ;
- Retirez la bandelette et placez-la sur une surface horizontale avec le côté non marqué vers le haut et retirez le tampon échantillon de la bandelette ;
- Interprétez immédiatement les résultats du test visuellement en comparant les intensités de la ligne de test et de la ligne de contrôle ou en lisant la bandelette dans le Quick Strip Reader (fig.10).

La lecture se fait selon la coloration des bandes en rose :

- Présence de la bande : absence des antibiotiques.
- Absence de la bande : présence des antibiotiques correspondant à la bande.

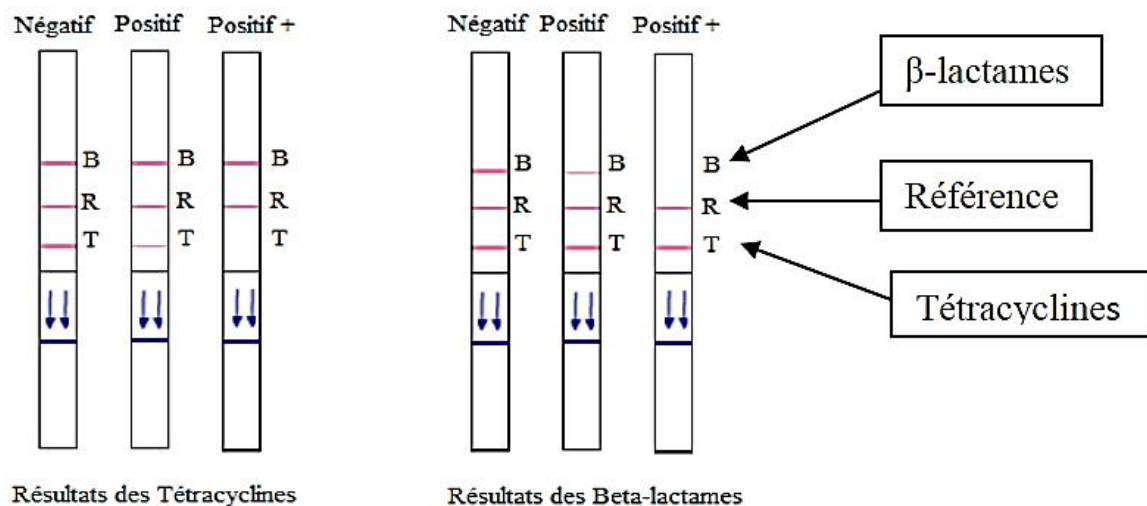


Figure 10: Interprétation des bandelettes (**β-lactames et les Tétracyclines**).

Si la 1ère et la 2ème bande ont une intensité :

- Supérieure à celle de la bande de référence : l'échantillon ne contient pas ou peu de résidus de substances inhibitrices de la famille des β-lactames et /ou Tétracyclines. Le résultat est négatif.
- Egale ou inférieure à celle de la bande référence : l'échantillon contient des substances inhibitrices de la famille des β-lactames et /ou Tétracyclines. Le résultat est positif.

- Très faible ou est absente : l'échantillon contient des substances inhibitrices de la famille des β - lactames et/ou Tétracycline. Le résultat est positif.

III.6.8. Détermination de pH

Principe

La mesure de pH de lait sert à renseigner sur la qualité hygiénique du lait. La mesure du lait prélevé est effectuée le jour même. En utilisant un pH mètre, la lecture est effectuée directement.

Mode opératoire

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons ;
- Introduire l'électrode dans la brik de lait à analyser dont la température doit être 20°C ;
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher (fig.11).

Expression des résultats

La valeur du pH est directement indiquée sur le pH-mètre.



Figure 11: photographie du pH-mètre.

III.7. Analyse microbiologique

Dans cette partie, nous nous intéressons à contrôler la qualité microbiologique du lait cru en se référant au journal officiel de la république algérienne N° 39, 2 juillet 2017.

L'analyse microbiologiques comprend essentiellement la détection et le dénombrement des micro-organismes d'altération (flore mésophiles, coliformes, levures et moisissures), les micro-organismes pathogènes (staphylocoques, salmonelles) rencontrés dans le lait cru et déceler par conséquent les sources de contamination afin d'éviter toute forme de toxi-infection alimentaire ou modification des caractères organoleptique du lait.

III.7.1. Préparation des dilutions décimales

Principe

La préparation des dilutions en milieu liquide à partir des échantillons de lait prélevés représente la première étape de l'analyse microbiologique. Elle doit être réalisée avec soin et rigueur, car ces dilutions sont ensuite utilisées dans des techniques de recherche et de dénombrement des bactéries dans le lait (Delarras, 2010).

Mode opératoire

- Préparer une série de tubes à essai stériles étiquetés de 10^{-1} à 10^{-6} ;
- Pour chaque échantillon, et après agitation, répartir aseptiquement 1ml de la suspension mère (lait de vache cru) dans un tube à vis stérile contenant 9ml de diluant, cette dilution constitue alors la dilution 10^{-1} ;
- Prélever ensuite, 1ml de la première dilution et le mettre dans un autre tube contenant 9 ml d'eau physiologique, pour avoir la dilution 10^{-2} ;
- Continuer de la même manière jusqu'à la dilution 10^{-6} .

III.7.2. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FTAM)

Cette flore appelée aussi « flore aérobie mésophile revivable » (FAMT) est un bon indicateur de la qualité hygiénique et de la stabilité des produits, le dénombrement est fait par le comptage des colonies selon la méthode NFV 08-051 (Guiraud, 2004).

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales préparées, porter aseptiquement 1ml, le déposer dans une boîte de Pétri vide ;
- Ajouter 12 ml de gélose PCA (plate count agar) fondue et refroidie à 45 ± 1 °C ;

- Homogénéiser l'inoculum avec la gélose par des mouvements circulaires en forme de 8 ;
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche de gélose PCA à raison de 4 ml, cette double couche a un rôle protecteur contre la diverse contamination ;
- Incube à 37 et pendant 72 heures ;
- Effectuer une lecture, après 24h, 48h et 72h d'incubation.

Les colonies des FMAT se présentent sous forme de colonies blanches bombées.

Comptage des colonies

Le dénombrement consiste à compter toutes les colonies ayant poussées sur les boîtes à l'aide d'un conteur colonie en se basant sur les critères suivants :

- Le comptage des colonies se fait sur les boites qui ont un nombre compris entre 15 et 300 colonies.
- Compter les boites sur 2 dilutions successives.

Expression des résultats

Les résultats sont calculés suivant la formule AFNOR

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n1 + 0,1n2)d}$$

Dont :

- Σc : somme totale des colonies comptées.
- V : volume de l'inoculum.
- n1: nombre de boîtes comptées dans la première dilution.
- n 2 : nombre de boites comptées dans la seconde dilution.
- d : le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

Si une seule boîte est comptable, la formule est la suivant :

$$N = \frac{C}{d}$$

- c : nombre de colonies comptées
- d : le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

Le protocole de recherche des FMAT est présenté dans la (fig.12)

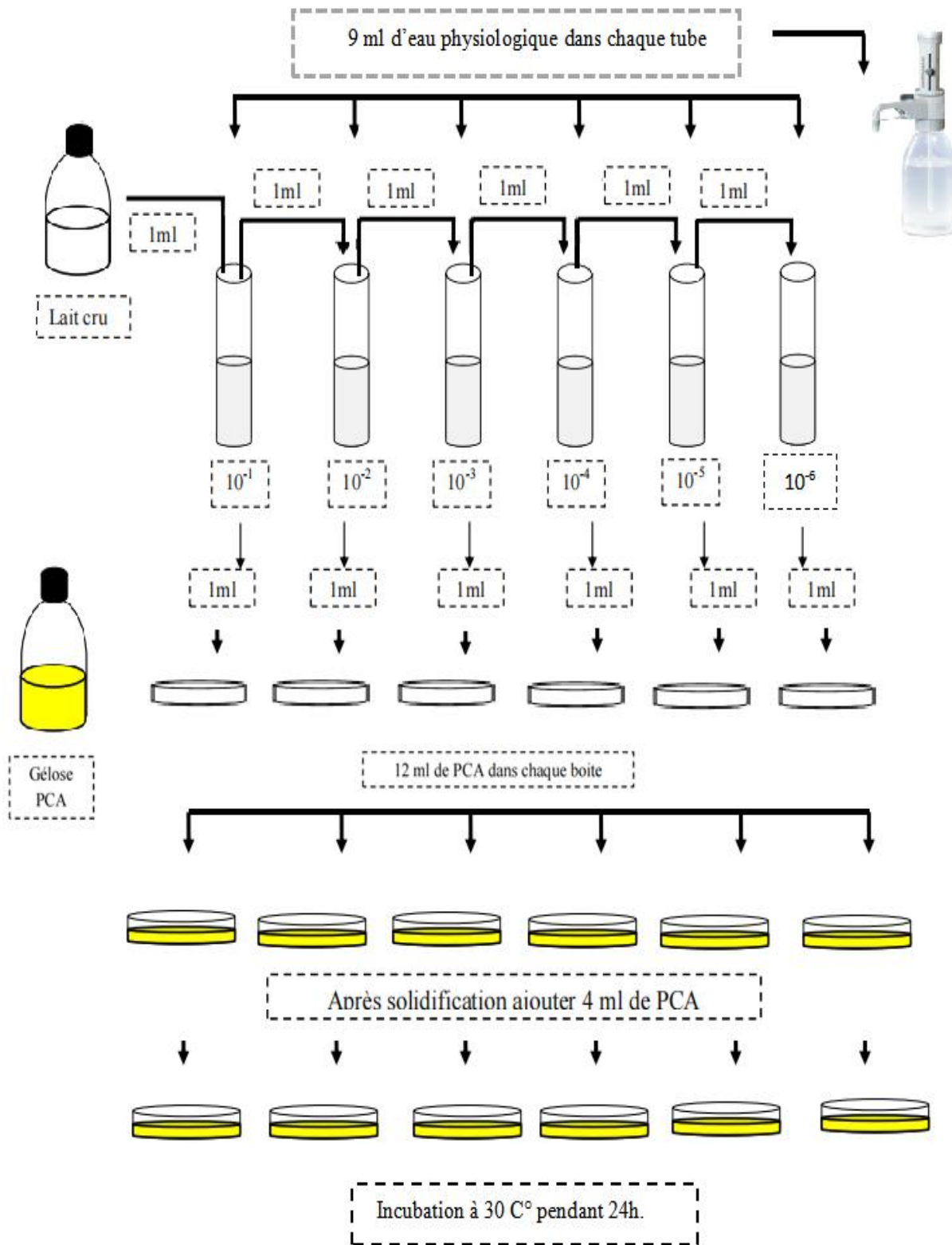


Figure 12: Protocole de recherche de la flore aérobie mésophile totale.

III.7.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possèdent pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 h à une température comprise entre 36 et 37 °C.

Les coliformes fécaux ont les mêmes caractères des coliformes totaux, mais ils sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 h à une température de l'ordre de 44 °C (**Bourgoie, 1996**).

Le dénombrement des coliformes dans le lait permet d'évaluer les conditions d'hygiène qui prévalaient lors du prélèvement du lait cru. Donc se sont de bons indicateurs de la qualité hygiénique après traitement (**Guiraud, 2003**).

Mode opératoire

- Préparer 2 séries de boîtes de Pétri, la première série est réservée à la recherche des coliformes totaux, la deuxième est faite pour la recherche des coliformes fécaux ;
- Introduire 1ml de la série de dilution de lait dans une boîte de Pétri ;
- Verser environ 12ml de gélose VRBL dans chaque boîte de Pétri, puis homogénéiser ;
- Après solidification, recouvrir la surface avec une 2ème couche du milieu (environ 4 ml), laisser gélifier à température ambiante ;
- Incuber les boîtes à 44°C pendant 48 heures pour les coliformes fécaux, et à 37°C pendant 24 heures pour les coliformes totaux ;
- Compter les colonies rouges foncées de 0.5mm de diamètre et déterminer le nombre de germe par UFC/ml.

Le protocole de recherche est illustré par le schéma suivant.

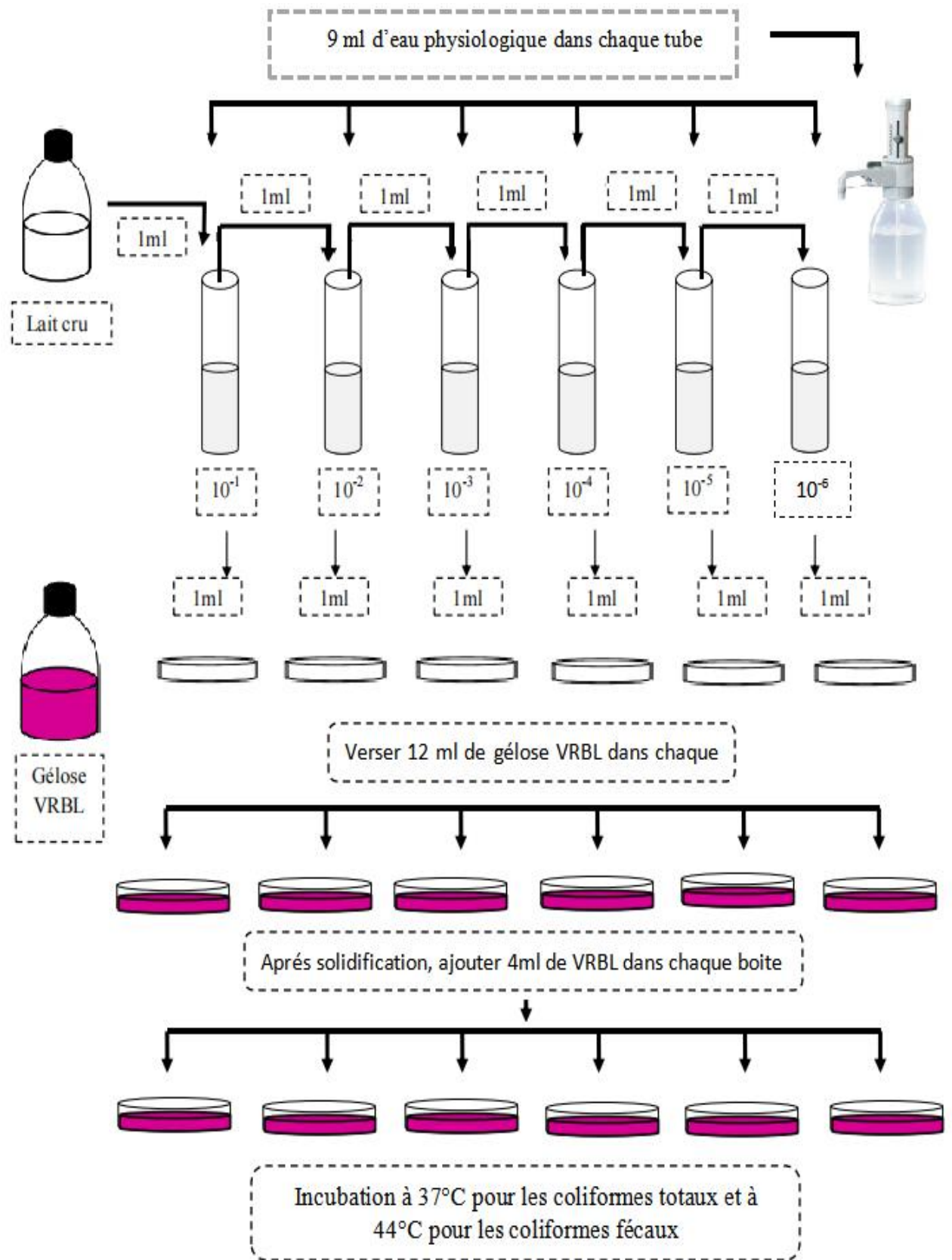


Figure 13: Protocole de recherche des coliformes totaux et fécaux.

III.7.4. Recherche des *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (staphylocoque doré), est une bactérie de type cocci Gram+, sa teneur en caroténoïdes lui confère une couleur dorée à l'origine de son nom. Il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 μm , non sporulé, immobile et facultativement anaérobique, coagulase positive (**Bonnefoy et al., 2002**). C'est l'espèce la plus redoutable du genre *Staphylococcus*. Elle est responsable d'intoxication alimentaire, d'infections localisées suppurées et dans certains cas extrêmes, d'infections potentiellement mortelles (**Bourgeois et al., 1996**).

Principe

La recherche de ces germes pathogènes est effectuée après isolement sur milieux sélectif et l'apparition de colonies de tailles moyennes, lisses brillantes, pigmentées en jaune (**Sutra et al., 1998**).

Mode opératoire

- On utilise le milieu de Giolitti/contons, ce milieu est utilisé plus particulièrement pour l'analyse des laits et des produits laitiers ;
- Introduire 19ml de Giolitti/contons, puis ajouter 10 gouttes de solution stérile de tellurite de potassium à 1% ;
- Inoculer le milieu avec 1ml de lait à analyser, homogénéiser ;
- Verser dans chaque tube sur une hauteur de 2-3cm de l'huile de paraffine, puis incubé à 37°C pendant 24 heures.

La formation d'un précipité noir ou le noircissement total du tube. Indique la présence de staphylocoques, est toutefois nécessaire de confirmer leur présence sur milieu Chapman.

Confirmation de l'espèce

1. Développement sur milieu de Chapman

Sur ce milieu, les staphylocoques peuvent se présenter sous forme de colonies d'un diamètre de 1 à 1.5mm, rondes à contour régulier, opaques, convexes, pigmentées en jaune.

2. Recherche du pouvoir pathogène

Trois enzymes indiquent qu'un staphylocoque est pathogène : coagulase, phosphatase et D-nase. L'épreuve de coagulase est le test le plus utilisé pour la confirmation de la présence de *Staphylococcus aureus*.

2.1. Epreuve de coagulase

- Incuber chaque colonie dans un tube à essai contenant (0.5ml) de bouillon cœur cervelle stérile à 37°C pendant 24 heures ;
- Introduire dans un tube à hémolyse (0.5ml) de cette culture et (0.5ml) de plasma de lapin ;
- Préparer un autre tube comme témoin ;
- Incuber à 37°C et examiner les tubes en vue de la formation d'un coagulum au cours d'un délai de 4 heures.

Lecture

Les lectures de la réaction doivent être effectuées toutes les heures ; les staphylocoques pathogènes entraînent la coagulation du plasma en un temps variant d'une demi-heure à 24 heures ; la prise en masse du plasma est généralement totale, au point de pouvoir retourner le tube : lorsque le caillot est moins compact l'épreuve doit cependant être tenue pour positif, même si elle se produit après 24 heures.

La recherche de ces germes pathogènes est expliquée par le schéma suivant.

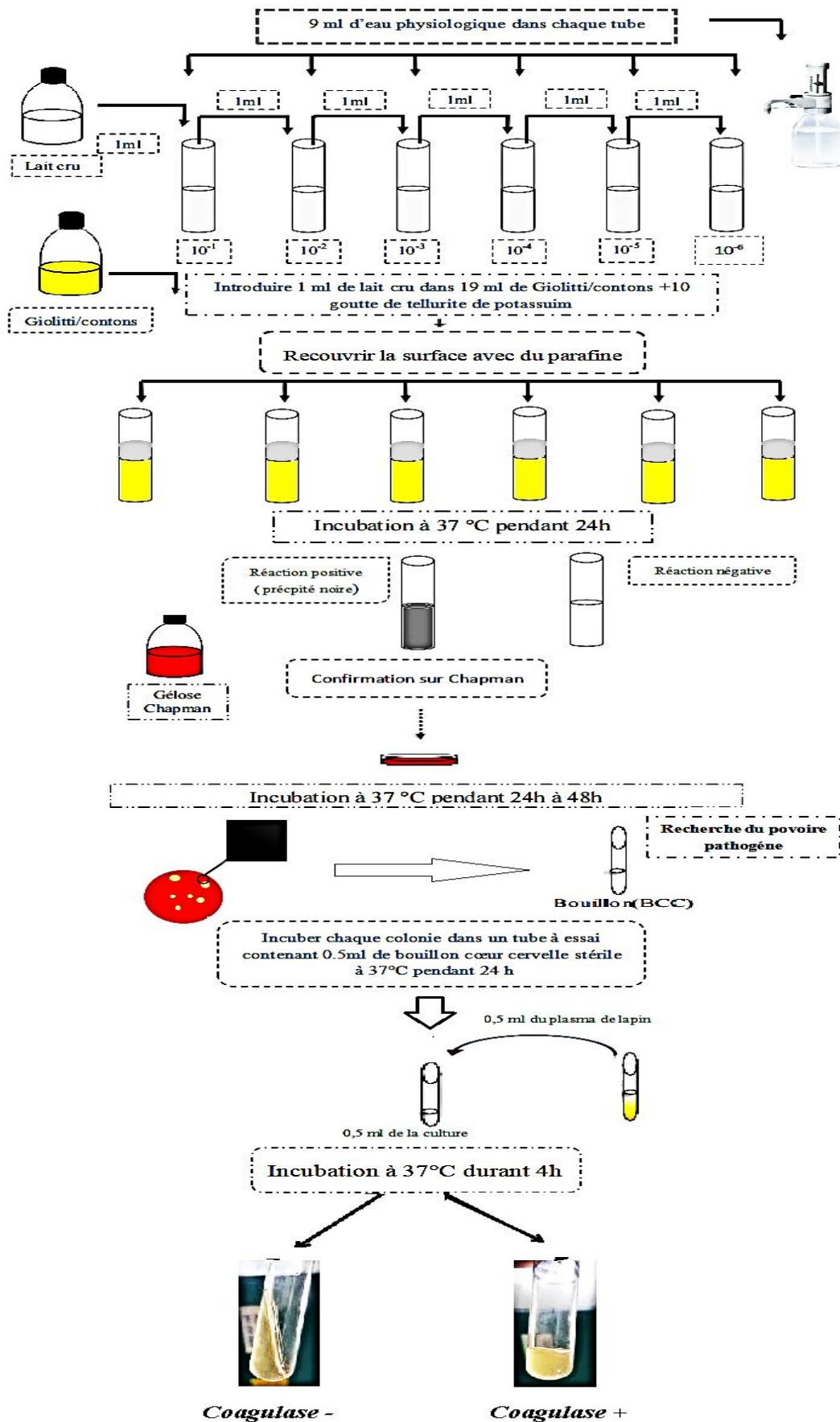


Figure 14: Protocole de recherche des staphylococcus aureus.

III.7.5. Recherche des salmonelles

Les Salmonelles appartiennent à la famille des Enterobactriaceae, ils sont Bacilles à Gram négatif, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à une ciliature péritriche, excepté de *Salmonella gallinarum*, elles possèdent une catalase, réduisent les nitrates en nitrites, fermentent le glucose avec production d'acide et de gaz (**Bourgeois, 1996**).

Mode opératoire

La recherche de salmonelle se fait selon les étapes suivantes :

Enrichissement

- Introduire 1ml de lait dans 10ml de bouillon sélénite ;
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

Isolement

- Inoculer le milieu SS par stries puis incuber à 37°C pendant 24h.

Lecture

Les salmonelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille (fig.15).

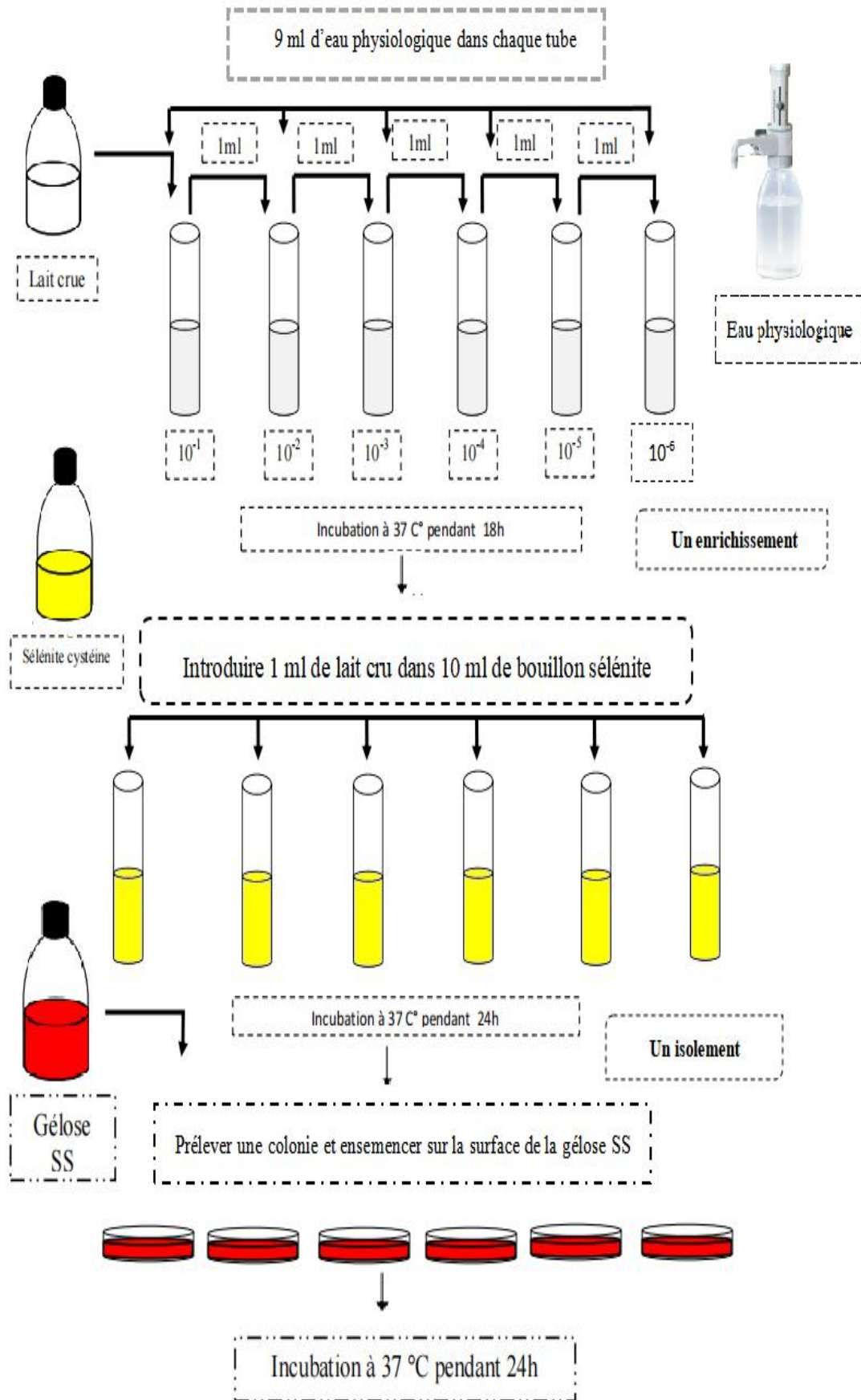


Figure 15: Protocole de recherche des salmonelles.

III.7.6. Recherche des levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des micro-organismes hétérotrophes contrairement aux bactéries. Ce sont des organismes aérobies, en générale acidophiles, mésophiles et souvent osmophiles, c'est-à-dire capables de se développer sur des milieux à faible activité d'eau et riche en agar (**Dupin, 1992**).

Mode opératoire

- Déposer un volume d'échantillon dans une boîte de Pétri ;
- Verser la gélose pomme de terre ;
- Incuber à 20-25° C pendant 5jours.

Lecture

Compter les colonies de levures et moisissures apparus dans les boîtes de Pétri et exprimer les résultats par ml de produit l'aspect des colonies permet de les distinguer en :

- Levures qui se présente sous forme de colonies rondes plus ou moins bombées ou plates on surface, lenticulaire en profondeur, leur contour est le plus souvent régulier elles sont opaques et pigmentées.
- Les moisissures se présentent sous forme de colonies duveteuses, pigmentées, plus ou moins étendues.

Résultats et discussion

IV.1. Résultats de l'analyse physico-chimique du lait

IV.1.1. Acidité titrable

L'acidité titrable du lait indique la teneur en acide lactique formé à partir du lactose (FAO, 1995). On l'appelle également acidité développée car elle est provoquée par l'acide lactique et autres acides issus de la dégradation par des micro-organismes (Badaoui, 2000).

L'acidité titrable du lait dépend du nombre de moles d'acides présents dans ce produit, elle est inversement proportionnelle à son pH (Mathieu, 1998).

Les résultats de l'acidité titrable obtenus sont présents dans la (fig.16).

Globalement, les valeurs varient entre 16 et 18°D avec une moyenne de 17,3 °D. Ces valeurs relevées sont conformes aux normes établies par JORA (2017).

Par ailleurs, Aggad *et al.*, (2009) rapportent que l'acidité du lait est liée au climat, au stade de lactation, à la saison et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique.

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la qualité d'acide produit par les bactéries ou les éventuelles fraudes (Joffin *et Joffin*, 1999). L'acidité constitue donc un facteur important qui nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait cru, elle est liée aux conditions de la traite et la collecte.

Des résultats similaires sont relevés par Rezkallah *et Mekhnache* (2013). En revanche, les études de Cristina *et al.*, (2008) ; Mahboub *et al.*, (2010) ; et Badidja *et Djellabi* (2014) rapportent des valeurs plus élevées de l'acidité dornic.

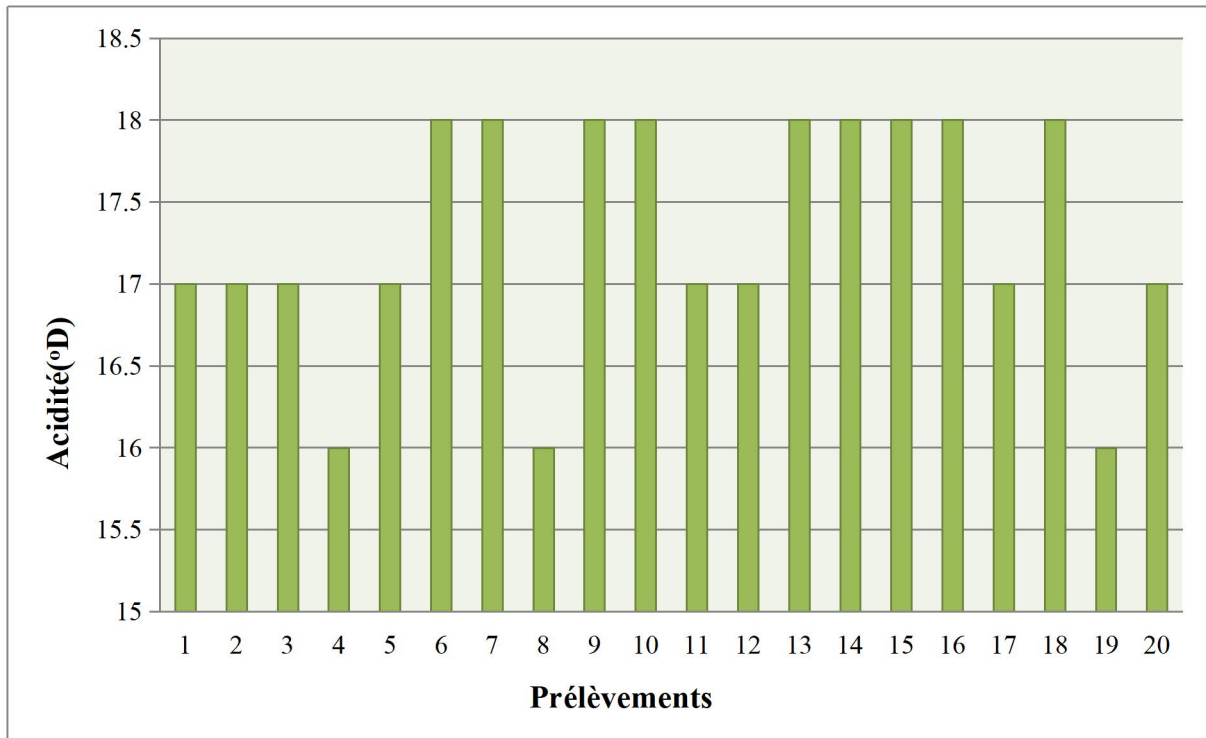


Figure 16: Variation de l'acidité titrable des échantillons du lait cru de vache.

IV.1.2. pH

Les valeurs du pH mesurées sont comprises entre 6.60 et 6.69 (fig.17) avec une valeur moyenne de 6.64. Ces valeurs sont conformes aux valeurs guides préconisées par **JORA (2017)**.

Entre autre, un pH proche de la neutralité, permet une longue conservation du produit, en sauvegardant ses qualités organoleptiques, et sa valeur nutritionnelle (**Mathieu, 1998**).

Nos résultats concordent parfaitement avec ceux de **Soceanu et al., (2015)** et **Taleb (2017)** qui notent que l'ensemble des échantillons du lait cru sont conformes aux normes.

Par ailleurs, les études **d'Alais (1984)** et **Imran et al., (2008)** signalent des tendances faibles de pH. Ceci indique une acidification du lait, qui peut être due probablement à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**).

Selon **Alias (1984)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier en fonction du cycle de lactation, de l'alimentation et l'état de santé des vaches, et est sous l'influence du climat.

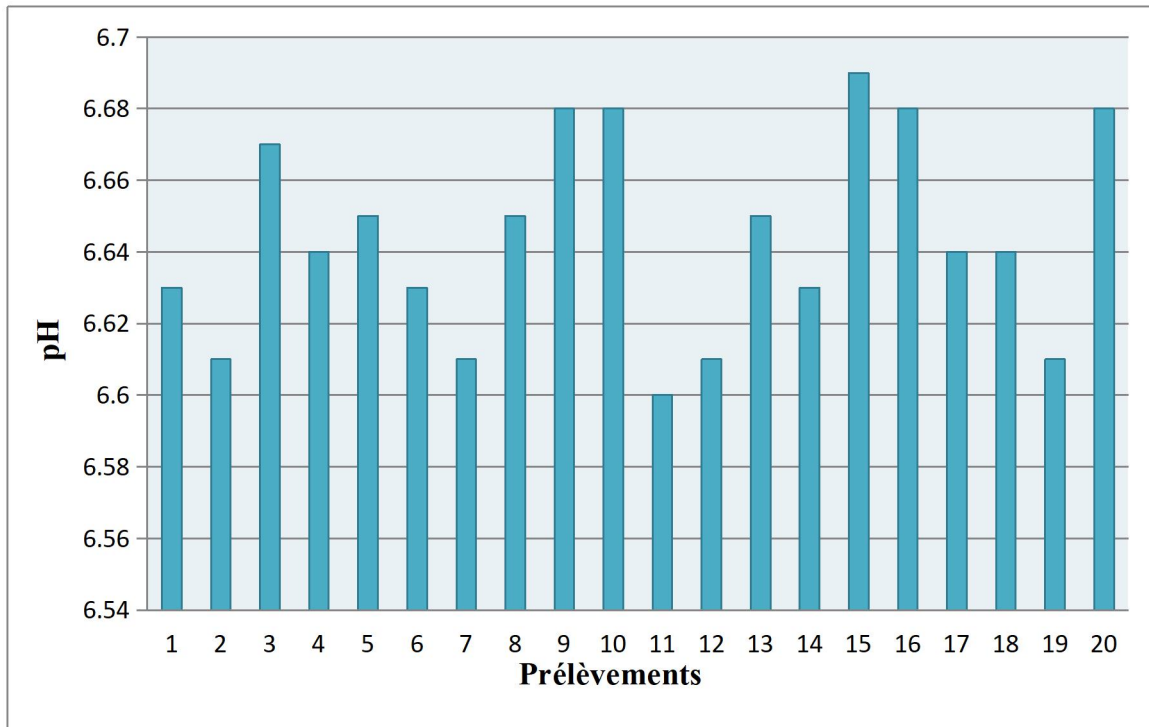


Figure 17: Variation du pH des échantillons du lait cru de vache.

IV.1.3. Température

La présentation graphique ci-dessous illustre la variation de la température des laits. On enregistre toutefois des valeurs variant de 5 et 20°C.

Sur l'ensemble des échantillons, $\frac{1}{4}$ sont non conformes aux normes du JORA ($5^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 10^{\circ}\text{C}$).

Ces variations de température reflètent l'absence des cuves réfrigérées au niveau des fermes permettant la conservation d'un lait frais, eu plus des mauvaises conditions de transport.

Dans le même contexte **Hermier et al., (1992)** rajoute que les laits de citerne de transport dont la température est comprise entre 8 et 10°C facilite le développement de la microflore mésophile.

Nos résultats ne corroborent pas avec ceux de **(Mottar, 1984)** qui relève des températures conformes avec la législation algérienne.

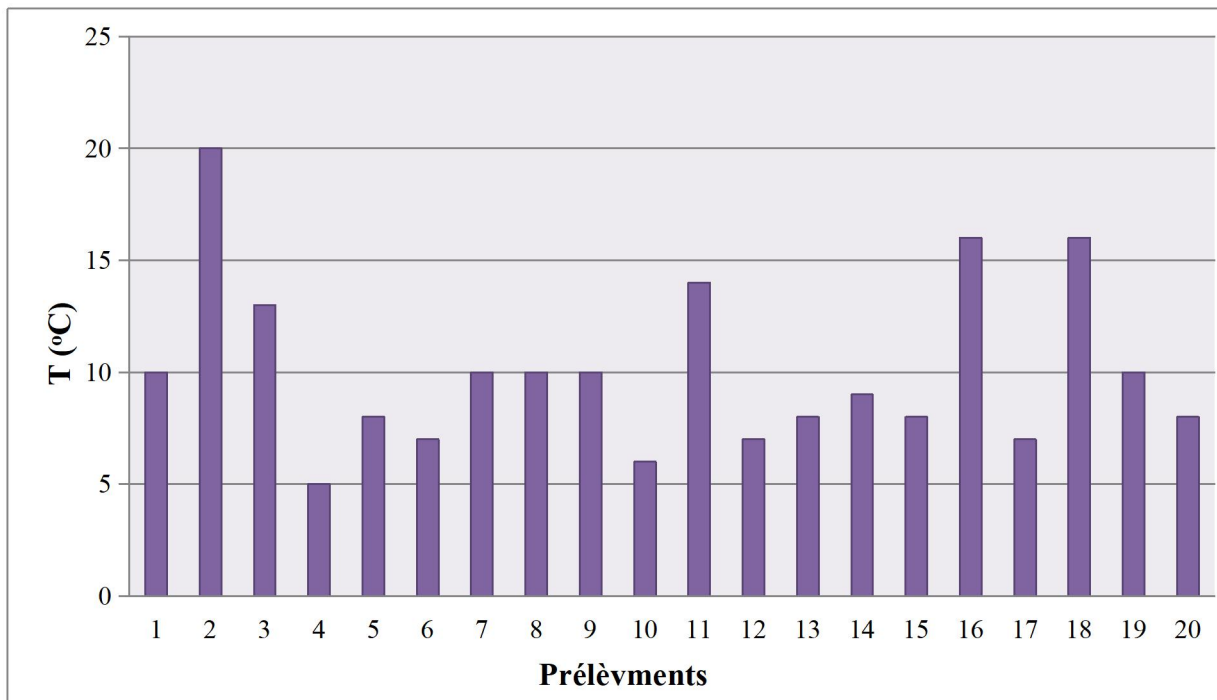


Figure 18: Variation de la température des échantillons du lait cru de vache.

IV.1.4 Densité

Les relevés de la densité varient entre 1028 et 1032 avec une moyenne de 1029,15. On constate que ce paramètre fluctue dans les normes fixées par **FAO (2010)** soit 1028-1033, ainsi que le **JORA (2017)**.

Nos résultats sont proches de ceux rapportés par **Yennek (2010)** et **Ghaoues (2011)** qui enregistrent des valeurs respectives de (1028-1030) et (1028-1033).

Luquet (1985) et **Mathieu (1998)**, expliquent que la densité d'un lait dépend de : sa richesse en matière sèche, l'augmentation de la température et de l'alimentation de l'animal et elle est inversement proportionnelle au taux de la matière grasse (**Luquet, 1985**).

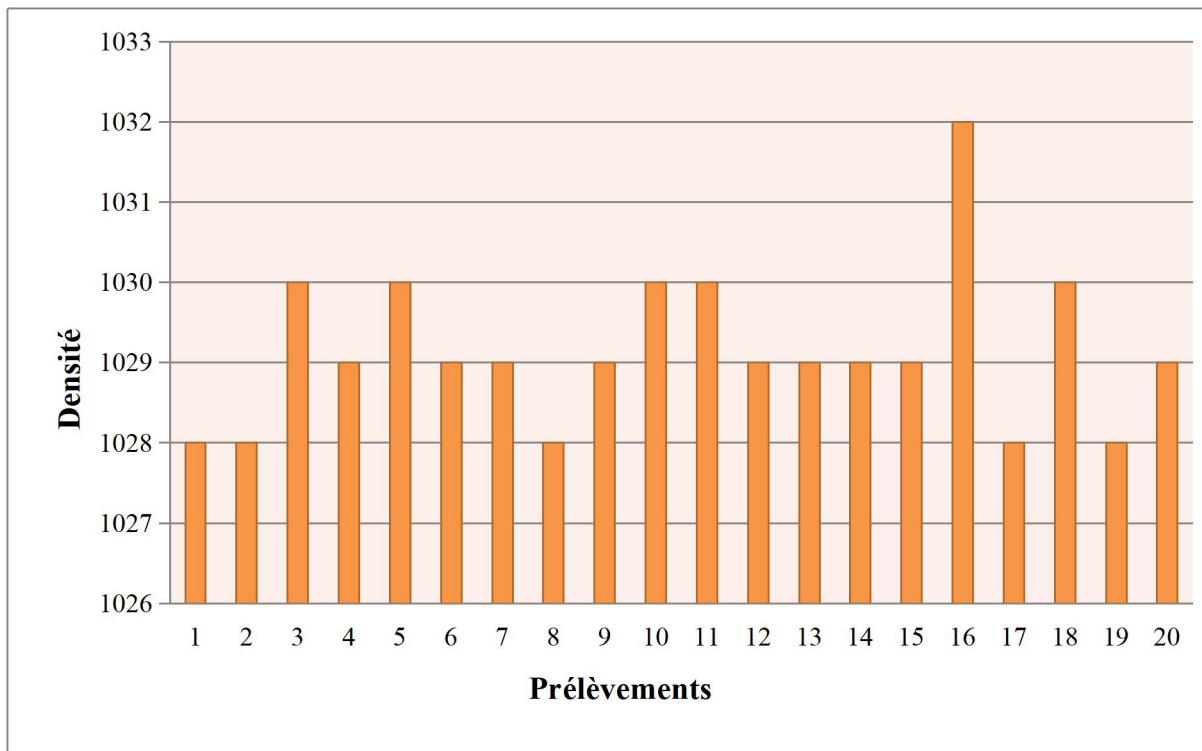


Figure 19: Variation de la densité des échantillons du lait crus de vache.

IV.1.5. Matière grasse

Les valeurs obtenues sont dans l'intervalle de 30 et 32 g/l avec une moyenne de 30.15 g/l (fig.20). Ces teneurs sont conformes aux normes du **JORA, 2017** qui oscillent entre 30 et 36 g/l.

En effet, l'étude de **Srairi et Hamama (2006)**, rapporte que le taux de ces éléments est très variable et très corrélé avec la teneur en fourrages et à la nature des fibres des concentrés utilisés dans les rations pour vaches laitières.

En outre **Jaques (1998)**, montre que la variation de la composition du lait en MG dépend de nombreux facteurs tels que le Stade de lactation et l'alimentation de l'animal.

Nos résultats sont en désaccord avec l'étude de **Fernane (2017)** qui enregistre des teneurs inférieures à 30g/. Tandis que, le travail de **Boulam et Chourfa (2006)** rapporte des concentrations élevées eu matière grasse (>36g/l).

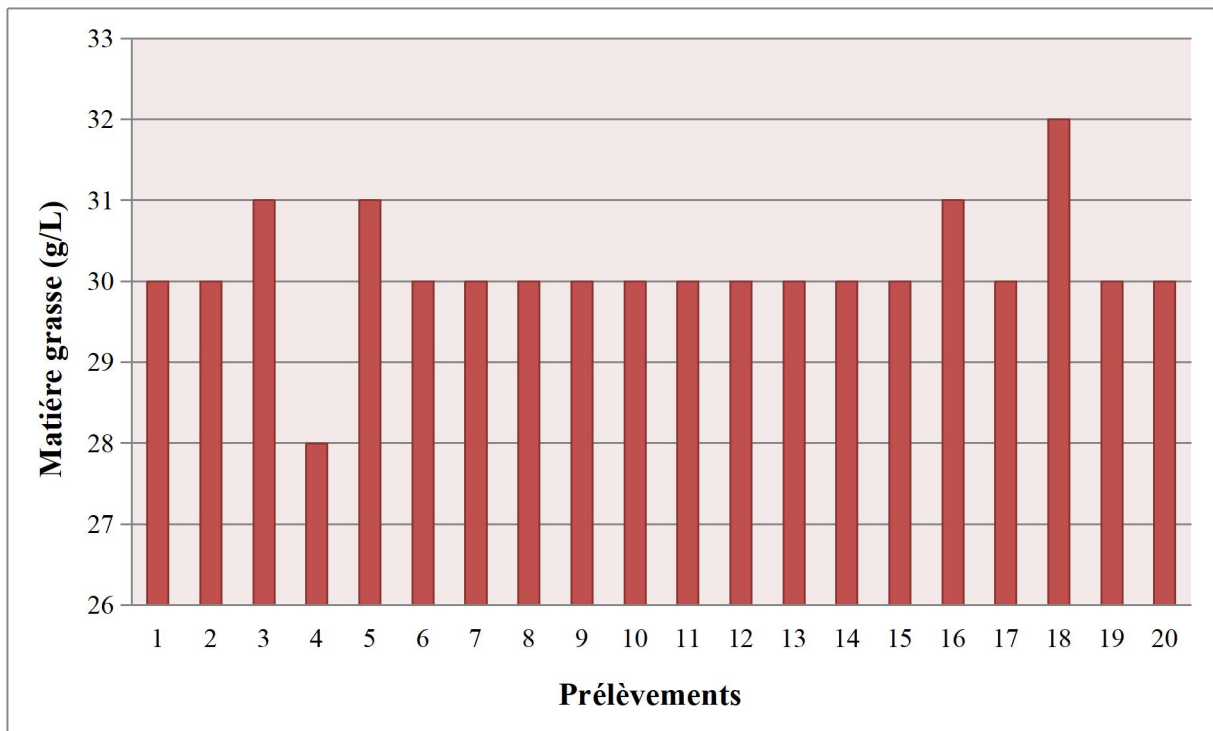


Figure 20: Variation de la teneur en matière grasse des laits crus de vache.

IV.1.6. Extrait sec total

Les valeurs obtenues oscillant entre 110 et 122g /l avec une moyenne de 113,75g /l (fig.21).

Nos données sont en accord avec celles rapportées par **Boubezari (2010)**. Par contre, les études de **Siboukeur (2007)** et (**Boudjenah et al., 2012**) signalent des teneurs en extrait sec inférieure soient (113,11 g/L \pm 10.58) et (109g/L \pm 0.05) respectivement.

Par ailleurs, Un déséquilibré dans l'alimentation du bétail, et mouillage du lait constituent d'autres facteurs réagissant sur la composition du lait (**Preston, 1988**).

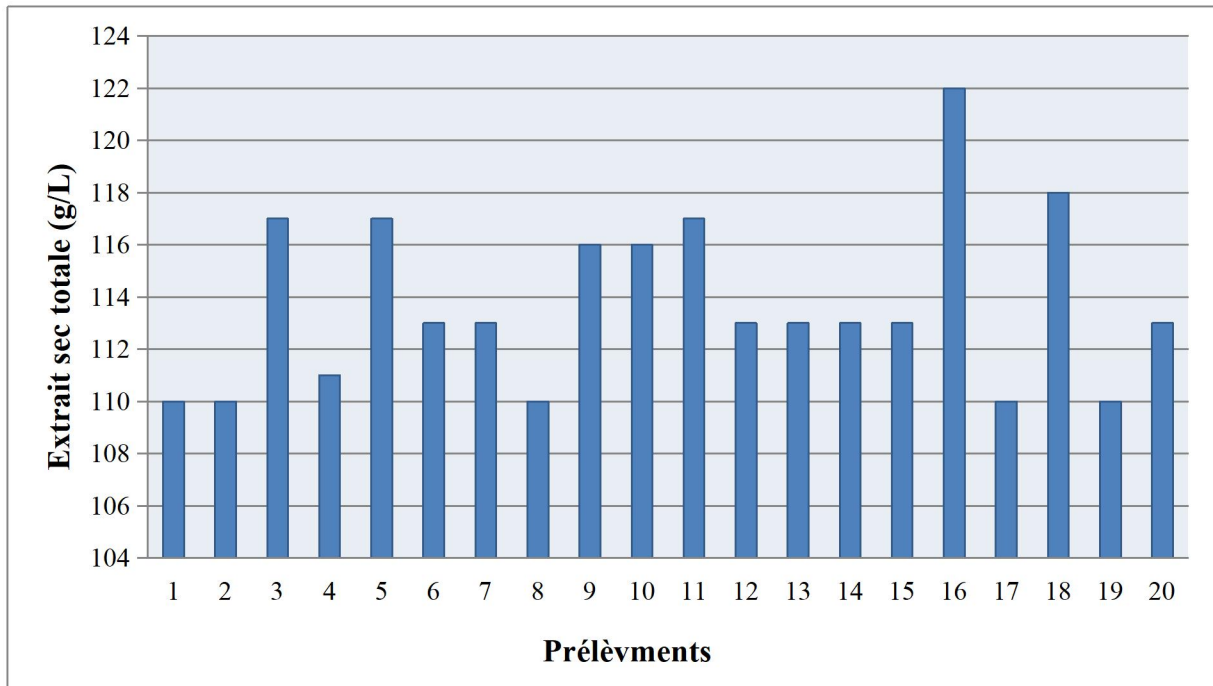


Figure 21: Variation de l'extrait sec total pour les différents échantillons du lait cru.

IV.1.7. Extrait sec dégraissé

L'histogramme ci-dessous, montre que le lait de vache présente une teneur en matière sèche dégraissée qui varie entre 80 et 91g/l, ces résultats restent légèrement inférieurs aux normes **AFNOR** qui fixent des teneurs comprises entre 87 et 90 g/l.

Selon **Coubronne et al., (1980)**, les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé. Les résultats de **Havemose et al., (2004)**, montrent que la teneur d'extrait sec dégraissé est probablement liée à plusieurs facteurs tels que : la saison, l'état de santé de l'animale et son alimentation.

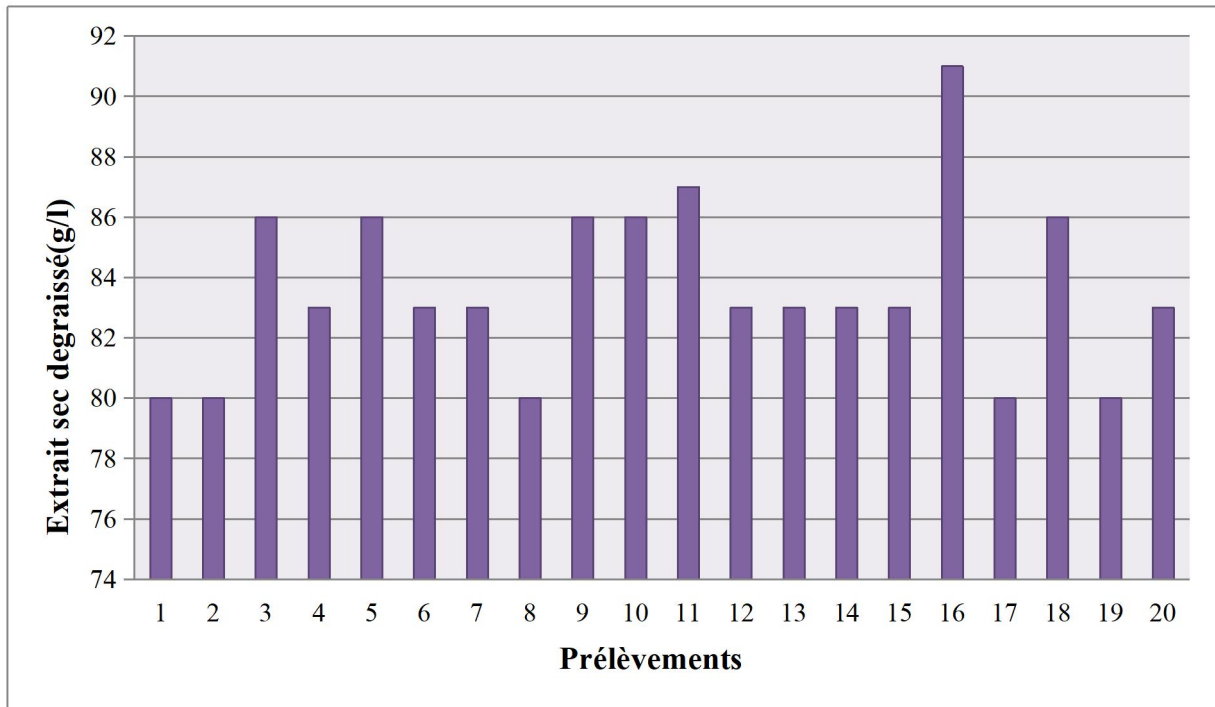


Figure 22: Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des échantillons du lait cru de vache.

IV.1.8. Recherche des résidus d’antibiotiques.

Sur l’ensemble des échantillons collectés, on note une absence totale des traces d’antibiotiques dans le lait, résultats conforme aux normes établies par la législation algérienne.

Cette absence renseigne le bon état de santé des vaches et leur alimentation exempte de traitement.

Aning (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 conduisant à l’absence des résidus d’antibiotiques dans le lait et les autres denrées d’origine animale.

IV.2. Analyse microbiologique

Les résultats de cette analyse sont comparés aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne n°39 du 02 juillet 2017, présentées dans le tableau suivant :

Tableau 13: Critères bactériologiques du lait cru (JORA, 2017).

	Micro-organismes	Normes UFC/ml	
		Normes satisfaisant < m *	Normes acceptable < M *
Lait cru	Germes aérobies à 30°C	3.10 ⁵	3.10 ⁶
	Coliformes thermo tolérants	5.10 ²	5.10 ³
	<i>Staphylocoques aureus</i>	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	Absence	

m représente la limite permettant de répartir les échantillons en 2 groupes:

Les satisfaisants (valeur < m) et les insatisfaisants (valeur > m).

M : seuil limite d'acceptabilité.

IV.2.1. Flore aérobie mésophile totale FMAT

Il ressort des résultats présentés dans la figure 23 que la charge de la flore totale dépasse le seuil fixé par la norme algérienne qui est de l'ordre de 10⁵ UFC/ml. Enregistre toutefois une moyenne de 1,5x10⁷.

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par **Godefay et Mollaen (2000)** et **Ameur et al., (2011)** (>10⁵ UFC/ml).

L'étude de **Baazize (2006)**, réalisée en algérie montrent également que 81% des laits analysés sont contaminés par les FMAT.

La recherche et le dénombrement des FMAT présentent un intérêt particulier pour l'évaluation de la qualité hygiénique des produits alimentaires d'origine animale. On considère en général qu'il n'y a de risque pour la santé du consommateur que si cette flore est inférieure ou égale à 10⁵ micro-organismes/ml. Si cette flore dépasse 10⁵ allant même à 10⁸ micro-organismes/ml, elle provoque une détérioration visible du produit (**Petransxiene et lapied, 1981**).

La charge élevée des FMAT dans nos prélèvements reflète les mauvaises conditions hygiéniques lors de différentes étapes de collecte aussi que l'environnement de l'animal.

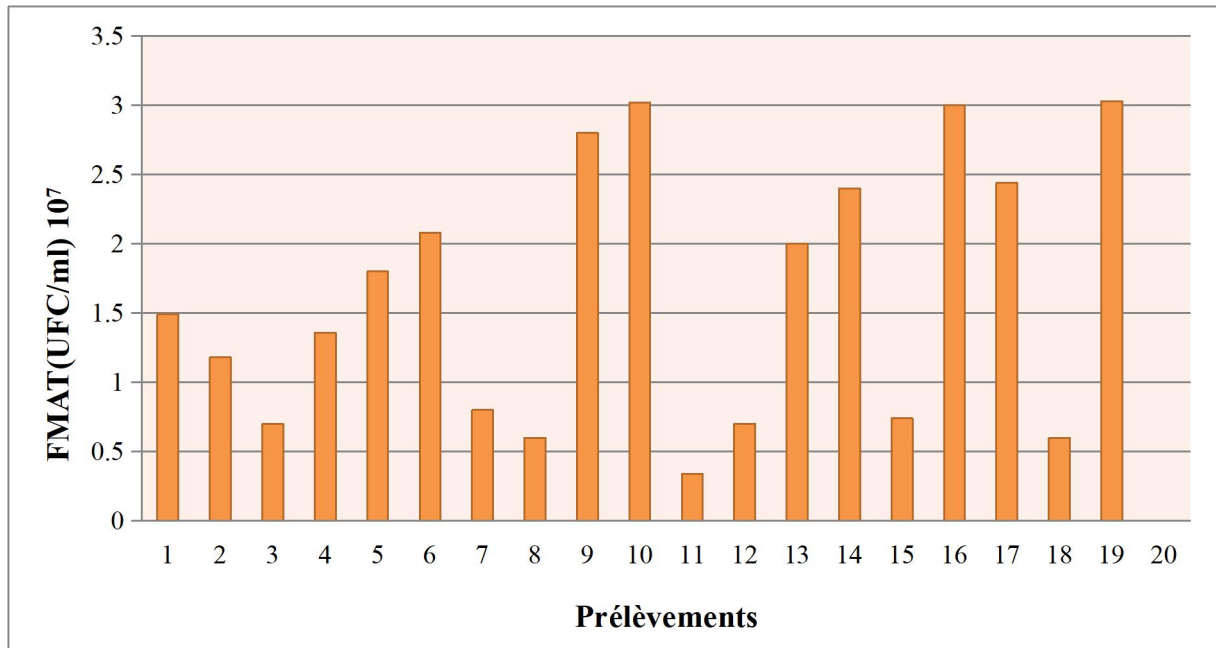


Figure 23: Variation de la charge des FMAT dans les laits crus de vache.

IV.2.2. Coliformes fécaux

La figure ci-dessous montre que la charge de coliformes fécaux dans le lait collecté varie d'un échantillon à l'autre, avec une valeur moyenne d'environ $1,32 \times 10^5$ UFC/ml.

Il est à noter que l'ensemble des échantillons collecté possède une charge importante en coliformes fécaux, dépassant de ce fait la valeur guide du JORA limitée à 10^3 UFC/ml.

Nos résultats corroborent avec ceux de **Bachtarzi et al., (2015)** et **Matallah et al., (2019)** qui rapportent des charges respectives de $36,7 \times 10^4$ et $1,1 \times 10^4$ UFC/ml.

D'après **Guiraud (2003)**, le dénombrement des coliformes dans le lait permet la mise en évidence d'une pollution fécale et donc la possibilité d'une contamination par des entérobactéries pathogènes.

Magnusson et al., (2007), rajoute que les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et la prévalence de mammites, dans ce cas, augmente, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

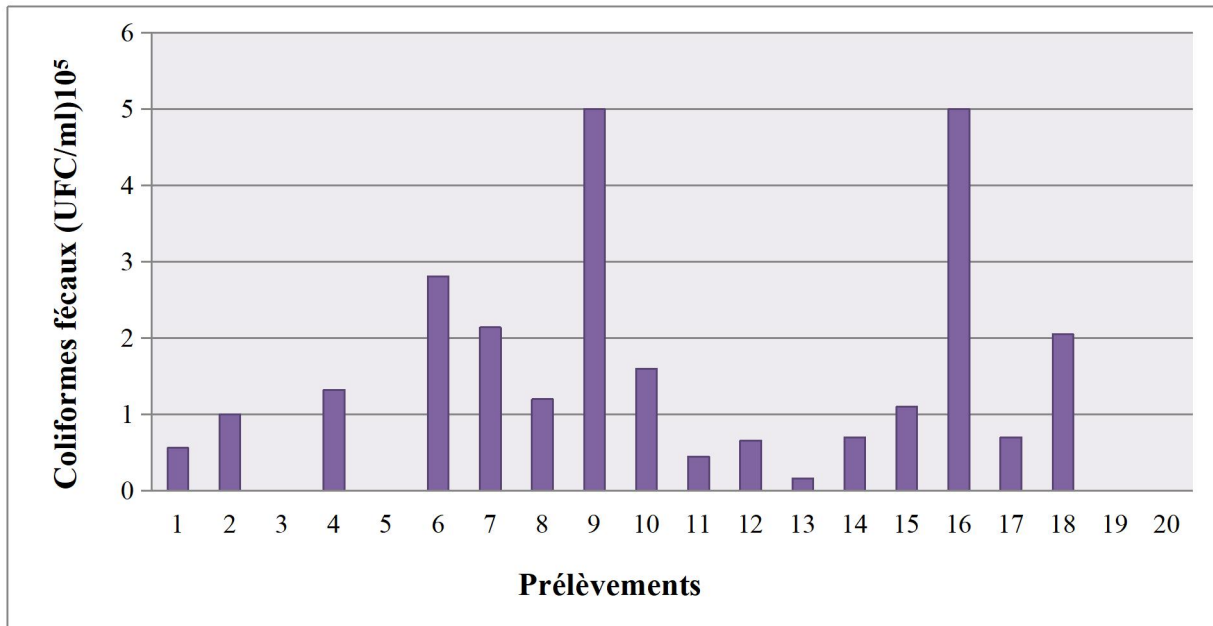


Figure 24: Variation de la charge des coliformes fécaux dans le lait cru de vache.

IV.2.3. Coliformes totaux

Les résultats obtenus fluctuent entre (0 à 24×10^5 UFC/ml) avec une moyenne de $6,68 \times 10^5$ UFC/ml (fig.25). En comparaison avec les valeurs guide du JORA, les laits collectés présentent une mauvaise qualité.

Beaucoup de facteurs régissent la qualité du lait et la présence de ces germes tels que l'eau contaminée utilisée pour les différentes opérations de nettoyage et les mammites (Wattiaux, 2003).

D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les litières fortement souillées contenant plus de coliformes, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante, les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite (Magnusson et al., 2007).

Dans le même contexte Aneur et al., (2011), rapportent des taux élevés de contamination, ceci est préjudiciable à la transformation et à la santé de l'industrie laitière.

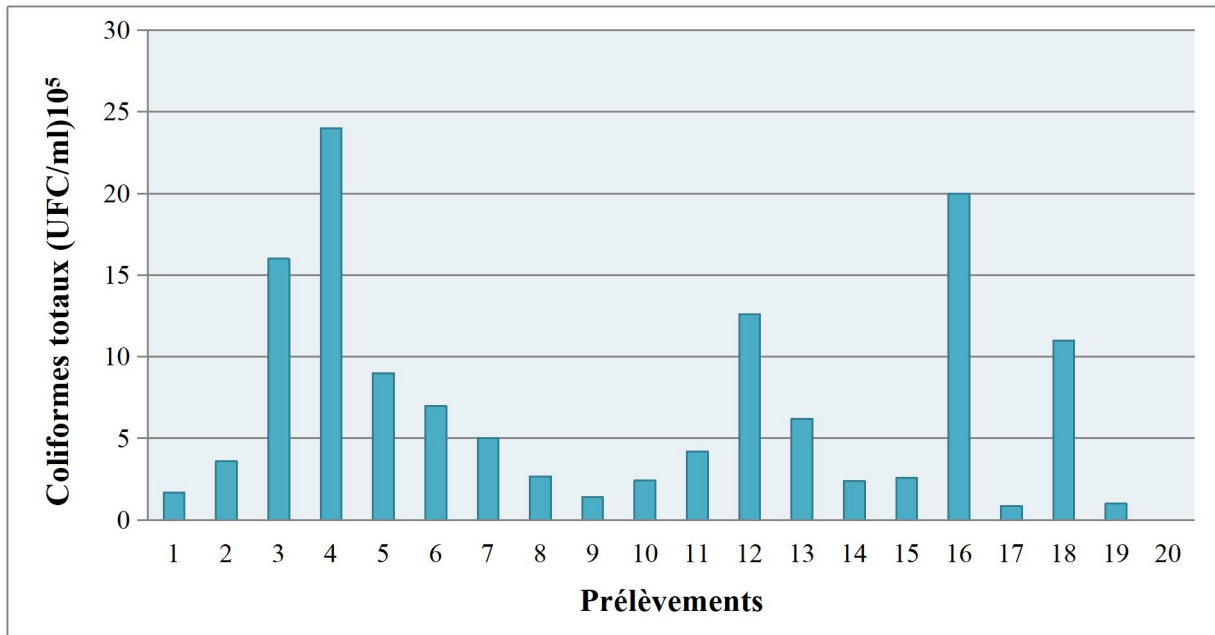


Figure 25: Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vache.

IV.2.4. Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles dans le lait cru révèle leur absence totale dans les échantillons analysés, résultat répond aux normes algériennes. Nos résultats concordent avec les travaux de **Srairi et Hamama (2006)** et **Afif et al., (2008)**.

D'après **Guy (2006)**, la principale source de contamination du lait cru serait l'excrétion fécale de la bactérie et sa dissémination dans l'environnement, suivie d'une contamination de la peau des mamelles et son passage dans le lait.

IV.2.5. Recherche des *Staphylococcus aureus*

On note la présence de cette espèce pathogène dans presque la moitié des échantillons analysés, ce qui dévoile une incompatibilité avec les normes du **JORA (2017)** qui exige une absence totale de ces germes dans le lait cru.

Nos résultats sont similaires à ceux de **Agad et al., (2009)** et **Benhedane, (2012)**.

Les travaux de **Booth et Dodd (2000)** ; **Thieulon, (2005)** démontrent que *Staphylococcus aureus* et le principal agent pathogène responsable des infections mammaires.

L'étude de **Kouamé (2010)**, rapporte que *Staphylococcus aureus* provient des mamelles infectées après avoir été apportée secondairement dans le lait par l'eau de traite et

les mains des trayeurs. En revanche, l'absence de ce germe justifie la bonne santé des vaches, et notamment l'absence des infections des mammites **Tir et al., (2015)**.

Enfin, *Staphylococcus aureus* est largement reconnu comme un agent causal majeur des mammites cliniques et sub-cliniques chez les bovins laitiers. Par conséquent, l'apparition de bactéries dans le lait cru n'est pas rare si des mesures préventives appropriées ne sont pas appliquées (**Chye, 2004**).

IV.2.6. Levures et moisissures

Les levures et moisissures constituent la flore dominante du lait réfrigéré et sont les plus aptes à s'y développer et à y provoquer des altérations. Une omniprésence de ces germes est toutefois relevée dans l'ensemble des échantillons.

Conclusion et perspectives

Le lait est un aliment très riche et très équilibré, il permet de couvrir une grande partie de nos besoins nutritionnels et est considéré l'une des principales sources alimentaires et énergétiques. Cependant, ce produit précieux constitue un foyer adéquat pour la prolifération de flore dangereuse à l'origine de diverses maladies.

A cet effet, notre travail s'est focalisé sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et la mise en évidence de la flore de contamination de 20 échantillons de lait cru récoltés à partir de 4 wilayas à savoir : Annaba (9échantillons) ; Souk Ahrase (2 échantillons) ; Skikda (3 échantillons) et El Taref (6échantillons) durant la période avril-mai 2021.

Les résultats de l'analyse physico-chimique (pH, acidité, matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé, densité et température) montrent que la qualité des laits cru échantillonnés est conforme aux valeurs seuils établies par la législation algérienne JORA (2017). On remarque ainsi que nos prélèvements sont exempts de toute trace d'antibiotiques, traduisant ainsi que les vaches n'ont pas subi de traitement, et leur alimentation ne contient pas d'antibiotiques.

Sur le plan bactériologique, les résultats indiquent une forte contamination bactérienne. On constate toutefois, une flore totale abondante ($1,5 \times 10^7$ UFC/ml) ; des concentrations élevées en coliformes totaux et fécaux avec des charges respectives de $6,6 \times 10^5$ et $1,3 \times 10^5$ UFC/ml. On note également la présence des levures et moisissures et le plus inquiétant est la présence des staphylocoques dorés qui sont à l'origine d'une grande proportion de mammites sub-cliniques et chroniques chez les vaches laitières et agents responsables de toxi-infections alimentaires.

En comparaison avec les normes algériennes JORA (2017) on peut dire que la qualité bactériologique de nos échantillons est médiocre et non conforme.

Globalement la présence de cette flore diversifiée est le résultat logique du non-respect de l'application des règles d'hygiène de la traite, des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du matériel de récolte du lait, du milieu environnant (étable, local de traite), des conditions de transport et enfin, à l'attention portée au suivi sanitaire des animaux.

En guise de conclusion, et afin d'améliorer de la qualité de cette denrée, il est suggéré d'entreprendre les mesures suivantes :

- Mise en place d'un contrôle rigoureux du lait à la production ;
- Vulgarisation des techniques de traite d'hygiène à la ferme ;
- Mise à niveau du transport du lait frais ;
- Améliorer les conditions de la traite ;
- Réfrigération immédiate du lait ;
- Hygiène alimentaire de l'animal ;
- Hygiène des locaux ;

Et enfin, le respect des calendriers prophylactiques.

Suite à ces résultats, il serait judicieux de :

- Etaler le nombre d'échantillon ;
- Evaluer la qualité microbiologique et physico-chimique du lait avant et après pasteurisation ;
- Etudier des échantillons de races différentes ;
- Faire des analyses sur l'alimentation des vaches laitières ;
- Elargir le secteur d'échantillonnage sur différentes régions ;
- Analyser d'autres contaminants (pesticides, métaux lourds) ;
- Rechercher d'autres germes pathogènes (*Brucella*, *Mycobacterium*, *Listeria* et *Campylobacter*).

Recommandations

Sur la base des résultats issus et afin d'améliorer la qualité du lait de vache et garantir la santé du consommateur, nous recommandons les points suivants :

- Appliquer les règles d'hygiène en vigueur ;
- Encourager les éleveurs et les collecteurs à livrer du lait de bonne qualité en instaurant un système de primes de qualité pour les gros éleveurs propriétaires d'étables bien équipées et disposant de matériel de transport approprié et insister sur la propreté des animaux, de leur environnement immédiat et la salubrité de la traite ;
- Aider à l'acquisition et à la réparation des équipements nécessaires au stockage du lait cru avant sa livraison à l'unité ;
- Sensibiliser les éleveurs vis-à-vis des risques sanitaires (mammite, salmonellose, brucellose, tuberculose et listériose) et des règles d'hygiène à appliquer ;
- Restreindre l'usage intensif des agents antimicrobiens.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Adrian, J., Potus, J et Frangne, R. (2004). La science alimentaire d'A à Z, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, 477 p.

Afif, A., Faid, M. et Najimi, M. (2008). Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc, Rev Biol, Biotechnol, 7, 2-7.

AFNOR, (1980). Recueil des normes françaises, Lait et produits laitiers.

AFNOR, (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers-Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.

Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y et Kihal, M. (2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Rev. Med .Vet., 160, 590-595.

Alais, C. (1984). Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème.édition, édition Publicité France. 376p.

Ameur, A., Rahal, K. et Bouyoucef, A. (2011). Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). Revue Nature et Technologie. N°6. pp :80-84.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R et Turgeon, H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et Techniques d'analyse du lait. Vignola, Science et technologie du lait & Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN, 600 p.

Andelot, P. (1983). Le contrôle laitier, facteur d'amélioration technique. Citer par : KABIR Ahmed, 2015. Thèse de Doctorat : Contrainte la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Rev Lait franç. 416. P: 15-16.

Aning, E. K. (2007). Unintended consequences of peace operations for troop-contributing countries from West Africa: the case of Ghana. In: Aoi C, de Coning C and Thakur R, (Unintended Consequences of Peacekeeping Operations. Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press, 133–155.

Axelsson, L. (2004). Chpiter lactic acid bacteria microbiological and functional aspects edition Marcel, Dekker third edition.

B

Baazize, D. (2006). Évaluation de la qualité microbiologique du lait cru de vache de la région de Mitidja. Thèse de magister en science vétérinaire. ISV. Université de Blida 159 p.

Baazize, S et Benghodbane, H. (2009). Les maladies transmises par le lait. Université Badji Mokhtar Annaba –Biologie (ecotoxicologie).

Bachtarzi, N., Amourache, L et Dehkal, G. (2015). Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 17 No. 1 Aug. 2015, pp 34- 42.

Badaoui, D. J. (2000). Contribution à la connaissance du lait de chamelle : Essai de caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamid.

Badidja, S et Djellabi, F. (2014). Etude comparative de la composition physicochimique de lait camelin et humain. Mémoire de MASTER, Université KASDI MERBAH Ouargla, Algérie.

Balzer, L. (1976). Biologie des populations humaines. - Paris les presses de Unesco, 147, 21p.

Benhedane, N. (2012). Qualité Microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algerien. Thèse de magister. Constantine : Université MENTOURI. 123p.

Benhila, C et Melahi, S. (2015). Etude de la propreté microbiologique du lait de vache cru au niveau des fermes de la Wilaya de Ain defla. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master. Université Djilali Bounaâma, Khemis Miliana.

Beroza, M et Bowman, M. C. (1996). Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures. *assos, of. agric. chem*, p7-12.

Blanc, B. (1982). Les protéines du lait activité enzymatique et hormonale. *Le lait, International dairy journal*, 395p.

Bonnefoye, C., Guillet, F., Leyral G. et Verne, Bourdais, E. (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Edition Biosciences et Techniques. 138p.

Booth, J et Dodd, F. H. (2000). Mastitis and milk production. Dans the health y of dairy cattle. Edition Andrews. London. pp: 213-255.

Boualem, W. et Cheurfa, Y. (2006). Etude de la matière grasse du lait cru cas de Constantine et Sétif. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur

d'état en nutrition. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. pp :40-47

Bouaziz, O. (2005). Contribution à l'étude des infections intramammaires de la vache laitière. Dans l'Est Algérien. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat d'Etat en pathologie de la reproduction. Département des Sciences Vétérinaires. Université de Constantine. pp : 156- 188.

Boubezari, (2010). Contribution à l'étude de caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Mém. Mag. Constantine (Algérie), 124p.

Boudjenah, H. S., Laleye, S., Louis, C. S. C., Moulti-Mati, F., Si-Ahmed S. et Mati, A. (2012). Coagulation of Calliel Milk using Dromedary Gastric Enzymes as a Substitute of the Commercial Rennet. *American Journal of Food Technology*, 7 (7): 409-19.

Bourgeois, C. M., Mescle, J. F. et Zucca, J. (1996). Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome1. Technique et documentation. Londres- Paris- New York. Lavoisier. ISBN : 7430- 0037- 6. 672 p.

Brule, G. (2003). Les progrès technologiques au sein des industries alimentaires impactent sur la qualité des produits. La filière laitière, 430p.

Brulé, G., Jeantet, R et Croguennec, T. (2008). Fondement physicochimique de la technologie laitière. Rennes, Lavoisier, 160p.

Brunner, J. (1981). Cow milk proteins: twenty-five years of progress. *J dairy Sci*, 59p.

Buyser, M. L et Lapeyre, C. (1994). Mammites à staphylocoques et sécurité alimentaire. Le point vétérinaire, 1994, 26, numéro spécial « Ruminants et santé Publique », 79-82.

Bylund, G. (1995). Dairy processing Handbook-Tetra pak processing systems. Lund, Sweden, 436 p.

C

Champagne, C., Giroux, R et Goulet, J. (1984). Science et technologie du lait, 2ème édition.

Cheftel, J. C et Cheftel, H. (1996). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ingénieurs praticiens, Ed Tech & Doc Lavoisier, Paris, PP 43.

Chye, F., Abdullah, A et Ayob, M. (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, 21, 535-541.

Cisse, S. (1997). A Contribution à l'étude de la pasteurisation du lait : faisabilité technique et contrôle de la qualité dans la région de Kolda~ Thèse : Méd. Vét :Dakar;9.

Claeys, W. L., Cardoen, S., Daube, G., De block, J., Dewettinck, K. et Dierick, K. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*. 31: 251 -262.

Cocolin, L., Aggio, D., Manzano, M., Cantoni, C et Comi, G. (2002). An application of PCR-DGGE analysis to profile the yeast populations in raw milk. *International Dairy Journal* 12, 407-411.

Collins, (1989). *Micobiological Methods*, Sixth Edition, Butterworths, London, p 409.

Coubronne, C. (1980). Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vétérinaire, Paris.

Coulibaly, K. J., Kouame elogne, C., Veo, A ., Koffi, C. et Dosso, M. (2015). Qualité microbiologique des produits laitiers industriels vendus à Abidjan de 2009 à 2012. *Revue bio-Africa* - n°14 2015, p 44-52.

Crapelet, C et Thibier, M. (1973). La vache laitière reproduction Génétique Alimentation Habitat Grandes maladies. Edition Vigot Paris, pp: 114-116.

Cremoux, R., Barral, J., Beuvier, E., Callon, C., Gilbert, F., Montel, M. C., Raynal Jutovac, K.(2008). Caractérisation et entérotoxigénicité des souches de *S.aureus* en filière

Cristina, S., Mihaela-Ancuña, R., E. Dumitras, D., Gus, C., Anamaria Jimborean, M., A. Socaci, S et Laslo, C. (2008). Physico-chemical changes in whole milk powder during different storage conditions. *Bulletin UASVM Agriculture*. 65, 400-404.

Cuq, J. L. (2007). *Microbiologie Alimentaire*. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier pp: 20-25.

D

Debry, G. (2001). Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris 566 p.

Deforges, J., Derens, E., Rosset, R et Serrand, M. (1999). Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris, 108p.

Delarras, C. (2010). *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire : Aliments, produits cosmétiques, eaux, produits pharmaceutiques*. 2ème Éditions, tec et doc, Médicales Internationales, Lavoisier 476 p.

Desmaures, N., Bazin, F et Gueguen, M. (1997). a Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. *Journal of Applied Microbiology* 83, 53-58.

Desmaures, N., Radiguet, S., Lejeune, J et Gueguen, M. (1995). Effect of ripening on the microbiological profile of high-quality raw-milk for cheese-making. *Milchwissenschaft, Milk Science International* 50, 193-195.

Diao, M. (2000). La qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de recherches Agricoles. Edition : GRET/ ENDA-ERAF Dakar. pp. 1-7.

Dieng, M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarois. Thèse de médecine vétérinaire. Université de Dakar. Dakar, 10p.

Dudouet, C. (2004). La production des bovins allaitants. 2ème édition, Edition France agricole, 383p.

Dupin, H., Abrahamb, J et Giachetti, I. (1992). Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Lavoisier, Paris, 83p. Edit Lavoisier, Tech & Doc, Paris. 150p.

E

Eigel, W. N., Buther, J. E et Ernstrom, C. A. (1984). Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision.

Espie, E., King, L. A., Mazuet, C., Popoff, M. R., Vaillant, V et Valk, H. (2010). Le botulisme infantile en France, 1991–2009. Elsevier Masson SAS. All rights reserved. Paris, pp1288 1292.

Essalhi, M. (2002). Relations entre les systèmes de production bovines et les Caractéristiques du Lait. Memoire D'ingénieur. Université institut Agronomiques et vétérinaire Hassan II. Rabat. P104.

F

FAO, (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.

FAO, (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

FAO, (2004). Guide de bonnes pratiques en élevage laitier, Rome, 32 p.

FAO, (2005). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine [Ressource électronique] URL.

FAO, (2010). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Laits de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>.

Favier, J. C. (1985). Composition du lait de vache. Lait de grand mélange, Cahiers de nutrition et de diététique, 283p.

Fernane Boumedine, H. (2017). Etude des bactéries thermorésistantes du lait. Université Mustapha Stambouli, Maskara. 147p.

Flint, S. H., Bremer, P. J et Brooks, J. D. (1997). Biofilms in dairy manufacturing Plant, description, current concerns and methods of control. *Biofouling: The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*. 11(1). p : 81-97.

Fournier V, (2014). Gestion d'un foyer de brucellose a *Brucella melitensis* dans un élevage bovin laitier de Haute-Savoie par les services vétérinaires, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, université de Lyon, 110 p.

Fredoit, E. (2006). Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edition : Tec et Doc.

Fredot, (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la Diététique. Tec et Doc, Lavoisier, 397p.

G

Gaucheron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Tec et Doc. Lavoisier :783, 922p.

Ghaoues, S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de Magister de l'Université Mentouri, Constantine.

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

Godefay, B et Molla, B. (2000). Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and a milk collection centre in and around Addis Ababa. Berlin. Munchener Tierar. Wochen. 113: 276-278.

Gourreau, J. M. (2008), Maladies des Bovins, 4 éme édition, France Agricole Editions, 797 p.

Goursaud, J. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1, Les laits de la mamelle à la laitière. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.

Guiraud, J. P. (1988). Analyse du lait, microbiologie alimentaire. Ed : dunod, Paris, 651p.

Guiraud, J. P. (2003). Microbiologie Alimentaire. DUNOD. Paris, 651p.

Guiraud, J. P. et Rosec, J. P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.

Guiraud, J. (2012). Microbiologie alimentaire, DUNOD. Paris, 576 p.

Guy, F. I. (2006). Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 59p.

Grappin, R et Pochet, S. (1999). Le lait, P 3 – 22.

H

Hamiroune, M., Berber, A et Boubekour, S. (2016). Évaluation de la qualité bactériologique du lait cru bovin à divers stades de la chaîne de production laitière, dans des fermes en Algérie, La Revue scientifique et technique, 35 : 24p.

Havemose, M. S., Weisbjerg, M. R., Bredie WLP et Nielsen, J. H. (2004). Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *International dairy journal*. 14, 563-570.

Hélène, T. (2010). Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvre et facteurs de variabilité. Thèse de Doctorat. Faculté . des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries (SEVAB). département de Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition. Université l'Université Paul Sabatier Toulouse 3.

Hermier, J., Lenoir, J. et Weberf, F. (1992). Les groupes microbiens d'intérêt laitier, Edition CEPIL, Paris.

I

Imran, M., Khan, H., Hassan, S et Khan, R. (2008). Physicochemical characteristics of various milk samples available in Pakistan. *Journal of Jhejang University Science* 7: 546-551.

J

J. O. R. A, (2017). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Jacques, M. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides technologiques des IAA. Ed Tech & Doc Lavoisier. Paris. PP (13-199).

Jakob, E., Winkler, H et Haldemann, J. (2009). Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions N° 77. F. pp : 5-31.

Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P et Brule, G. (2008). Les produits laitiers. 2ème Édition. Tec et Doc, Paris, Lavoisier, 185 P.

Jeanet, R., Croguennec, T., Schuck, P et Brule, G. (2007). science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, lavoisier, 456 p.

Joffin, C et Joffin, J. N. (1999). Microbiologie alimentaire Collection biologique et techniques. 5 ème édition, pp : 11.

K

Kebchaoui, J. (2013). Le lait compositions et propriétés, 37 p.

Kitchen, B., Taylor, G. C et White, I. C (1970) . Milkenzyme. Their distribution and activity. Dairy Rec.

Kouamé-Sina, S. M., Bassa, A., Dadié, A., Makita, K., Grace, D., Dje, M et Bonfoh, B. (2010). Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). Revue Africaine de Santé et de Productions Animales. Vol. 8 N°S : 41.

L

Lamontagne, M. (2002). Produits laitiers fermentés. In Sciences et technologie du lait : transformation du lait, Canada : presses nationales polytechniques, 600p.

Lamprell, H. (2003). Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de Staphylococcus aureus. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne. 190p.

Larpent, J. P. (1997). Microbiologie alimentaire Techniques de laboratoire. Edition Technique et Documentation, Paris, 704-705, 1073p.

Lenoir, J. (1985). Les caséines du lait. RLF. 440: 17-23.

Leroy, J. (1965). Le producteur du lait. Guide du contrôle laitier et beurrier agrude. Encyclopédie des connaissances agricoles, Hachette Edition, Paris, 245 pages.

Levesque, P. (2004). La traite des vaches laitières Etape par étape vers la qualité Guide pratique. Edition Educagri, Québec.

Luquet, F. M. (1990). Les produits laitiers : Vache. Brebis. Chèvre. Techniques et Documentation. 2ème édition. Lavoisier, Paris, P 44-47.

Luquet, F et Bonjean, M. (1985). Lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle a la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation- Lavoisier. Paris, 139p.

Luquet, F-M. (1986). « Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre » Tome III, édit Lavoisier, Tech et Doc, paris,15p.

M

Magnusson, M., Christiansson et Svensson, B. (2007). Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. *Journal of dairyscience*. n° 90. pp: 2745- 2754.

Mahboub, N., Telli, A., Siboukeur, O., Boudjenah, H. S., Slimani, N et Mati, A. (2010). Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin : étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. *Annales des Sciences et Technologie*. 2010 ; 1 (2) : 71-9.

Mahieu, H., Jaouen., J. C., Juquet, G. M et Mouillet L, (1977). Étude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines le lait, 568 p.

Martin, J. C. (2000). Technologie des laits de consommation. Edition : UNI lait, CANDIA Direction Développement Technologique, p :135.

Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N. et Boukhris, R. (2019). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (11).

Mathieu, J. (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. Edition Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 220 p.

Matia, (2012). Coagulation of Calliel Milk using Dromedary Gastric Enzymes as a Substitute of the Commercial Rennet. *American Journal of Food Technology*, 7 : 409-419.

Mc Mahon, D. J et Brown, R. J. (1984). Composition, structure and integrity of casein micelles: a review of dairy Sci 67: 499.

Mietton, B., Dermazeau, M., Deroissart, H et Weber, F. (1994). transformation du Lait en fromage. *Bactérie lactique, Lorica*, 614p.

Milhaud, C. L. (1999). Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux : point de vue vétérinaire. *Revue Français des laboratoires N°310*. pp : 77-94.

Minor, L et Richard, C. (1993). Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur. 69p.

Monasallier, G. (1994). Cité par DIENG. 2001.

Monote, S. E. (1977). Contribution à la détermination de la valeur marchande du lait en poudre commercialisé au Sénégal. Thèse : Pharm: Dakar: 77.

Mottar, J. (1984). Influence de la durée de conservation sous réfrigération du lait cru sur la conservabilité du lait U. H. T. *Le Lait.*, 64(635-636-637), 29-45.

Mourgues, R., Deschamps, N et Auclair, J. (1983). Influence de la flore thermorésistante du lait cru sur la qualité de conservation du lait pasteurisé exempt de recontaminations post-pasteurisation. *International dairy journal*, 63. pp : 391-404. Paris, Technique et documentation, Lavoisier, 150 p.

O

[OMS] **Organisation mondiale de la santé** Salmonelles multirésistantes. AidedémoireN°139. 2005. Consulté le 15/9/2009 à l'adresse <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/fr/>.

P

Peereboom, J. W. C. (1969). Modern views on the physical structure of the globules in milk and cream. *Fette, seifen Antstrichmittel*, 322p.

Petransxiene, D. et Lapiéd, L. (1981). Qualité bactériologique du lait et produits laitiers. Analyses et tests. Edition Tec. & Doc, Paris.

Plommet, M. (1987). La traite et les infections de la mamelle Aun nutre *Alim.* 20, 4357.

Pointurier, H. (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France : 64, 388 p.

Pougheon, S et Goursaud, J. (2001). Le lait caractéristique physicochimique de lait. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris, 566 pages.

Pougheon, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse. France, 102 p.

Prescott, L. M., Harley, J et Klein, D. A. (2010). Microbiologie 2ème édition. Produits laitiers. Vache, brebis, chèvre" (LUQUET F. M) Tome (1) : les laits de la mamelle. De Boeck, paris, p 979.

Preston, (1988). Développement des systèmes de production laitière sous les tropiques CTA Publ. pp : 71.

Pujol-dupuy, C. (2004). Accidents alimentaires d'origine bactérienne liés à la consommation de laits et produits laitiers. Thèse Vétérinaire. École nationale vétérinaire de Lyon : université Claude Bernard Lyon 1, 183p.

R

Raynal et Ljutovac, K. (2008). Caractérisation et entérotoxigénicité des souches de *S. aureus* en filière caprine, identification des risques de contamination et étude d'outils de contrôle en vue de leur maîtrise, de la production à la transformation. Institut de l'Élevage,

Paris. Compte rendu N° 150838016, 238 p. région de Mitidja, thèse de Magister en sciences vétérinaires, ISV, université de Blida, 159p.

Reumont, P. (2009). Licencié Kinésithérapie, [http://www. medisport](http://www.medisport).

Rezkellah, S. et Mekhnache, F. (2013). Etude de l'influence de la qualité microbiologique (lait cru, poudre du lait) sur le lait pasteurisé. Mémoire de fin de cycle en vue de l'Obtention du diplôme en Master Biotechnologies, Agro Ressources, Aliment, Nutrition. Option : Industrie Laitière. Université Abderrahmane Mira. Bejaia. Algérie, 17-18-20.

Rheotest, M. (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK R Produits alimentaires et aromatisants.

Ribadeau, D et Grappin, B. (1989). « Milk protein analysis » Lait, 416p.

Romain, J., Thomas, C., Michel, M., Pierre, S et Gérard, B. (2008). Les produits laitiers. 2ème Edition, Tech et Doc. Lavoisier, 234p.

S

Seydi, M. G. (1982). Contamination des denrées alimentaires d'origines animale (DAOS. A) incidences sanitaires et économiques. Méd. D'Afr. Noire, 29 (6): 387-414.

Siboukeur, O. (2007). Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques, aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctoraten Sciences Agronomiques. Institut national agronomique ELHarrach-Alger (Algérie).

Simoès, M., Simoès, L. C et Vieira, M. I. (2010). A review of current and emergent biofilm control. strategies. *Food Sci. Technol.*, 43 : 573-583.

Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. et Holt, J. G. (1986). Bergey's Manual of Systematic bacteriology, vol. 2. Baltimore: Williams Et Wilkins.

Soceanu, A., Popescu, V et Dobrinas, S. (2015). Physico-chemical characterisation of some samples of fresh milk and milk powder. Ovidius University Annals of Chemistry. Romania, 26 : 57-60.

Srairi, M. T. et Hamama, A. (2006). Qualité globale du lait cru de vache au Maroc concept, état des lieux et perspectives d'amélioration. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'institut agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, 137.

Streit, J. M., Jones, R. N., Toleman, M. A., Stratchounski, L. S. et 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 Agent*, n°27. pp 378-386.

Sutra, L., Federighi, M. et Jouve, J. L. (1998). Manuel de bactériologie alimentaire. Edition Polytechnica. 9p.

T

Taleb, A. (2017). Contrôle et qualité d'un lait déshydraté., Mémoire de Master en Biologie Option : Sciences des aliments., Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen Algerie. pp : 13-54.

Thapon, J. L. (2005). Science et technologie du lait. Agrocampus-Rennes, France, p77.

Thieulon, M. (2005). Lait pathogènes staphylocoques. Revue de la chambre d'agriculture du Cantal. pp :1-2.

Tir, E. Bounoua, S., Heddar, M. A et Bouklila, N. (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). ElWahat pour les Recherches et les Etudes, Vol. 8 n°2 : 26 – 33 from <http://elwahat.univ-ghardaia.dz>.

Turck, D. (2013). Cow's milk and goat's milk. *World Revue Nutr Diet*. 08 :56-62.

V

Vanier, P. (2005). le lait au fil du temps, usages culinaires, conservation, écologie et Environnement, 65p.

Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition, Édition la maison rustique, Paris.

Vierling, (2010). Aliment et boisson-Filière et produit. 2ème édition. doin Editeurs. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11, 270 p.

Vignola, C. (2002). Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Monterial. P70.

W

Walstra, P., Jan, T. M., Wouters., Tom, J et Geurts. (2005). Dairy Science and Technology. Second Edition, Taylor and Francis, 808 p.

Wattiaux, M. A., E. V. Nordheim et P, Crump. (2003). Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *J. Dairy Sci*. 88: 3020-3035.

Y

Yennek, N. (2010). Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mémoire de magister en agronomie. Université des Sciences Agronomiques Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

Annexes

Annexe 1 : produits et milieux de culture utilisés

✓ Milieux de cultures

Milieu solide	Milieu liquide
<ul style="list-style-type: none"> - Gélose Chapman - Gélose Plate Count Agar (PCA). - Gélose VRBL. - Gélose Salmonella Shigella (SS) - Gélose pomme de terre 	<ul style="list-style-type: none"> - Bouillon Cœur Cervele. - Bouillon Sélénite cystéine. - Eau physiologique. - Giolitti /contons

✓ Solutions et Réactifs

Solutions	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> - Sérum du lapin. - Phénophtaléine. - Tellurite de pottasuim 	<ul style="list-style-type: none"> - Alcool iso amylique - Solution titré d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) - Acide sulfurique

Composition et préparation des milieux de cultures

Milieux de culture solide

✓ PCA (Plat Count Agar)

Constituants	Quantité en g/l
- Tryptone.	- 5g
- Extrait auto lytique de levure.	- 2.5g
- Glucose.	- 1g
- Agar Agar.	- 15 g

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

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

Constituants	Quantité en g/l
- Peptone pepsique de viande	- 7g
- Extrait auto lytique de levure	- 3g
- Lactose	- 10g
- Sels biliaire	- 1.5g
- Chlorure de sodium	- 5g
- Cristal violet	- 30 mg
- Agar Agar	- 12g

Dissoudre 38.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffé jusqu'à la dissolution complète, ne pas Autoclave **pH=7.4**

✓ Milieu Chapman

Constituants	Quantité en g/l
- Extrait de viande de bœuf	- 1g
- Bio-polytone	- 10g
- Chlorure de sodium	- 5g
- D-mannitol	- 10g
- Gélose	- 15g
- Rouge de phénol	- 0.025g
- Eau distillé	- 1000ml

Dissoudre 111g dans un litre d'eau distillé ; autoclave : 15min 121°C pH =7.4.

✓ **SS (*Salmonella Shigella*)**

Constituants	Quantité en g/l
- Proteose peptone	- 5g
- Extrait de levure	- 3g
- Extrait de viande	- 5g
- Lactose	- 10g
- Sels biliaries	- 2g
- Sodium citrate	- 8.5g
- Vert brillant	- 0.33g
- Rouge neutre	- 0.025g
- Agar	- 18g

Dissoudre 63g dans un litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution complète, autoclaver à 121°C pendant 15 min. **pH=7.2.**

Gélose pomme de terre

Constituants	Quantité en g/l
- Extrait de pomme de terre	- 4g
- Glucose	- 20g
- Agar Agar	- 15g

Dissoudre 39g/l dans un litre d'eau distillé, Autoclaver à 115 °C pendant 20 min. **pH=3,5.**

Milieux de culture liquide✓ **Bouillon cœur cervelle**

Constituants	Quantité en g/l
- Cœur cerveau infusion	- 37g

Dissoudre 50 g dans un litre d'eau distillée ; agiter jusqu'à la dissolution complète sans chauffage, autoclave 15 min à 121°C ; **pH=7,4.**

✓ **Eau physiologique**

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

Dissoudre 9 g dans un litre d'eau distillée ; Autoclaver 15min à 121°C ; **PH=7.**

✓ **Bouillon sélénite cystéine**

Constituants	Quantité en g/l
- Peptone	- 05g
- Phosphate de sodium	- 10g
- Lactose	- 04g

Dissoudre 40g dans un litre d'eau distillée ; autoclave 15 min à 121°C. **PH=7**

✓ **Bouillon Giolitti cantons**

Constituants	Quantité en g/l
- Peptone de caséine	10g
- Extrait de viande	5g
- Extraits de levure	5g
- Chlorure de lithium	5g
- Mannitol	20g
- Chlorure de sodium	5g
- Glycine	12g
- Puryvate de sodium	5g
- Eau distillée	1000ml

- pH final 7.4

▪ **Préparation des solutions pour les analyses physico-chimiques.**• **Préparation de la phénophtaléine**

- Phénophtaléine1g
- Alcool 95%120ml
- NaOH (0,1N).....quantité de titrage
- L'eau distillée80ml

• **Préparation de la solution NaOH (0,1N)**

- NaOH.....1g
- L'eau distillée250ml

• **Solution de tellurite de potassium**

- Tellurite de potassium.....1 g
- Eau distillée.....100 ml

Annexe 02 : Journal officiel de la République Algérienne N° 39

8 Chaoual 1438 2 juillet 2017		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39			13	
ANNEXE 1						
Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires						
1- Laits et produits laitiers						
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)		
		n	c	m	M	
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	3.10 ⁵	3.10 ⁶	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³	
	Coliformes thermotolérants	5	2	5.10 ²	5.10 ³	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml		
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵	
	Enterobacteriaceae	5	0	10		
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml		
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	10/0.1ml		
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ⁴	10 ⁵	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		