

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 قالة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité/Option : Microbiologie Appliqué
Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

Qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et impact sanitaire « cas de la Wilaya de Guelma »

Présentées par :

BEN CHABANE Asma

BOUMENDJEL Lamiss

SAHRI Meryem

Devant le jury composé de :

Président :	HOUHAMDI M.	PR	Université de Guelma
Examinatrice :	AMRI S.	M.C.B	Université de Guelma
Encadrer par :	BOUSSADIA I.M.	M.C.B	Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciements

Avant tout nous remercions le bon **Dieu** qui nous a donné l'aide, la foi et le courage pour la réalisation de ce travail.

Nos plus profonds et sincères remerciements vont à notre encadreur Dr. Boussadia Meriem Imen qui a accepté de nous encadrer, conseillé, orienté et de nous faire confiance, nous soutenir et ceci toujours dans la décontraction et la bonne humeur.

Nous tenons également à remercier tout particulièrement les membres de jury Pr. Houhamdi Moussa, et Dr. Amri Sandra pour avoir accepté de lire et juger le présent travail.

Un grand merci également à Dr. Boudalia Sofiane et Dr. Gueroui Yacine, pour leur aide précieuse et leurs encouragements.

On remercie également messieurs Boudebbouz Ali et Mohamed pour le contact des éleveurs, la collecte et le transport des prélèvements jusqu'au laboratoire d'étude (Univ. 8 Mai 1945 Guelma).

Merci également à messieurs Benrazek Rachid et Lahmer Hsen pour avoir sollicité les éleveurs pour nous procurer les échantillons du lait à travers les communes de la wilaya de Guelma.

Et enfin, nous remercions Mehdi, le technicien du laboratoire d'étude (Univ. 8 Mai 1945 Guelma) qui a participé à la bonne réalisation de ce travail.



Dédicace

*Je remercie tout d'abord, Allah, le tout puissant et
clément de m'avoir aidé
à réaliser ce travail que je dédie*

A :

*Mon cher père Djamel 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 ma précieuse sœur : Ines et mes beaux-frères :

Wassim et Bassem.

A

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

Ben chabane Asma .

Dédicace

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.

L'être le plus cher à mon cœur, à celle qui m'a guidée pour faire mes premiers pas et qui m'a appris mon premier mot, à celle qui fut toujours à mes côtés, qui a illuminé mes nuits sombres et a ensoleillé mes jours avec son inépuisable affection, à ma mère à qui je voue tous mes sentiments que son âme repose en paix.

Mon mari, je lui dire merci pour tes encouragements, ton aide précieuse, ton soutien sans faille. Et pour tous les sacrifices consentis tout le long de ce travail.

Mon frère Chemss Eddine.

Mon frère Mustapha El Amine.

A tous mes amis,

Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir,

Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires partagés,

Un très grand merci à tous et à toutes.

A tous ceux qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce travail, merci à tous

Lamiss Boumendjel



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*

*A La source de la tendresse, ma mère pour sa gentillesse sa douceur, pour son
affection, ses sacrifices qu'elle a fait, pour mon éducation et la confiance et l'amour
qu'elle m'a toujours accordés et ses encouragements.*

*A la mémoire de mon père décédé trop tôt qui m'a toujours poussé et motivé dans mes
études. J'espère qu'il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la
part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse dieu le tout
puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.*

A l'irremplaçable sœur Soumia et les adorables anges Aya et Youcef.

A mon cher frère Abd El Malek

A ma cousine Nawel.

Sahri Meryem



Résumé

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. Raison pour laquelle la présente étude vise à apprécier d'une part, la qualité physico-chimique de 70 échantillons de lait cru de vache collectés de la wilaya de Guelma et d'autre part, de mettre en évidence la flore existante, ceci durant une période s'étalant de Mars-Mai 2019.

L'analyse des paramètres physico-chimiques montre que la plupart des paramètres étudiés sont conformes aux normes du JORA.

L'analyse bactériologique montre que le lait de vache est de qualité non satisfaisante, eu égard aux charges bactériennes moyennes importantes relevées (FMAT $1,5 \times 10^6$ UFC/ml ; coliformes totaux $2,8 \times 10^6$ UFC/ml ; coliformes fécaux $1,7 \times 10^5$ UFC/ml ; streptocoques fécaux $3,5 \times 10^3$ bactéries/ml), et la présence de germes pathogènes à savoir : *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfito-réducteurs et *Salmonella*.

Mots clés : Lait cru ; qualité ; physico-chimie, bactériologie ; normes.

Abstract

Milk for human consumption is the integral product of the full and uninterrupted milking of a healthy, well nourished and not overworked milk-producing female. Contaminated, it can be a vector for the transmission of pathogenic germs to humans and may pose a risk to human health. This is why the present study aims to assess, on one hand, the physicochemical quality of 70 samples of raw cow milk collected from Guelma city, and on the other hand to highlight the existing flora, this study cover a period span from March to May 2019.

The analysis of the physicochemical parameters shows that most of the studied parameters comply with JORA standards.

The bacteriological analysis shows that the cow's milk is of unsatisfactory quality, considering the important average bacterial reading (FMAT $1,5 \times 10^6$ CFU / ml, total coliforms $2,8 \times 10^6$ CFU / ml, faecal coliforms 1.7×10^5 CFU / fecal streptococci 3.5×10^3 bacteria / ml), and the presence of pathogenic germs namely: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulphito-reducers* and *Salmonella*.

Key words: Raw milk; quality; physicochemical, bacteriology; standards.

ملخص

يعتبر الحليب الموجه للاستهلاك البشري المنتج الأساسي الكامل وغير المنقطع لمنتجات الألبان الصحية التي تغذيها بقرة حلوب بشكل جيد. ملوث يمكن أن يكون ناقلاً للجراثيم المسببة للأمراض إلى البشر وقد يشكل خطراً على صحة الإنسان . لهذا السبب قمنا بهذه الدراسة من أجل تقييم من جهة الجودة الفيزيائية والكيميائية لـ 70 عينة من حليب البقر الخام التي تم جمعها من ولاية قالمه، ومن جهة أخرى، لتسليط الضوء على أنواع البكتيريا الموجودة و هذا خلال الفترة الممتدة من مارس إلى مايو 2019.

وضح تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية المدروسة أن معظمها يتوافق مع معايير JORA.

كما اظهر التحليل البكتريولوجي أن حليب البقر ذو جودة غير مرضية، مع الأخذ بعين الاعتبار متوسط الأحمال البكتيرية الهامة المسجلة (FMAT ، 5.1 × 10⁶ بكتريا / مل، القولونيات الكلية 2.8 × 10⁶ بكتريا / مل ، القولونيات البرازية 1.7 × 10⁵ بكتريا / مل المكورات العقدية البرازية 3.5 × 10³ بكتريا / مل) ، ووجود جراثيم مسببة للأمراض وهي: المكورات العنقودية الذهبية ، مخفضات كلوستريديوم وسالمونيلا

الكلمات المفتاحية: الحليب الخام؛ الجودة؛ الكيمياء الفيزيائية، علم الجراثيم. المعايير.

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Page
Tableau 1	Caractères organoleptiques du lait cru (Larpent, 1997).	05
Tableau 2	Caractéristiques physico-chimiques du lait cru (Mathieu, 1998).	08
Tableau 3	Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).	13
Tableau 4	Composition vitaminique moyenne du lait cru (Ghaoues, 2011).	15
Tableau 5	Germes contaminant le lait cru (Jakob et <i>al.</i> , 2009).	24

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Structure chimique d'une molécule de lactose	09
Figure 02	Structure d'une sub-micelle caséique. (Ghaoues, 2011)	11
Figure 03	Les différentes bactéries infectieuses. (Prescott et <i>al.</i> , 2010)	26
Figure 04	les espèces pathogènes de Clostridium	27
Figure 05	Mammite de la vache laitière	31
Figure 06	lactoscan ULTRASONIC MILK ANALYSER.	35
Figure 07	Dénombrement des flores mésophile aérobie totale	39
Figure 08	Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.	42
Figure 09	Recherche et dénombrement des Staphylocoques.	44
Figure 10	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	47
Figure 11	Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfite-réducteurs	49
Figure 12	Dénombrement des Salmonelles	51
Figure 13	Variation de l'acidité titrable des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019	53
Figure 14	Variation de la densité des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	54
Figure 15	Variation de la teneur en matière grasse des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	55
Figure 16	Variation du pH des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	56
Figure 17	Variation du point de congélation des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	57
Figure 18	Variation du taux de mouillage des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	57
Figure 19	Variation de la conductivité des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	58
Figure 20	Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	59
Figure 21	Variation de la température des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	60
Figure 22	Variation des taux de lactose dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	61
Figure 23	Variation des taux protéique dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	61
Figure 24	Variation des taux protéique dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.	62
Figure 25	Variation de la charge d'FMAT dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	65
Figure 26	Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	66
Figure 27	Variation de la charge des coliformes fécaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019	67
Figure 28	Variation de la charge des clostridies dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	68

Figure 29	Variation de la charge des salmonelles dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	68
Figure 30	Variation de la charge des staphylocoques dorés dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	69
Figure 31	Variation de la charge des streptocoques fécaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.	70

LISTE DES ABREVIATIONS

- **%** : pour cent.
- **AC** : Acidité
- **°D** : degré Dornic
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **ATB** : Antibiotique.
- **BCC** : bouillon cœur –cervelle
- **°C** : degré Celsius
- **CF** : Coliforme fécaux.
- **Ech** : Echantillon
- **F.A.O.**: Food and Agriculture Organisation.
- **FMAT** : flore mésophile aérobie totale
- **H** : heure
- **ISO**: Organisation internationale de normalisation
- **J** : jour
- **JORA** : Journal officiel de la République Algérienne.
- **Lac**: Lactose.
- **ml** : millilitre.
- **mn** : minute.

- **MSD** : Matière sèche dégraissée
- **PCA**: Plate Count Agar.
- **pH** : potentiel d'hydrogène.
- ***S.aureus*** : *Staphylococcus aureus*.
- **SM**: Solution mère
- **SRC** : Clostridium sulfito-réducteur.
- **SS** : milieu salmonella Shigella
- **T** : Température.
- **TTA** : Toxi-infection Alimentaire
- **UFC** : Unité Formant Colonie
- **U.I** : Unité internationale.
- **UFC/ml** : Unité Formant de Colonie par millilitre.
- **VF** : Viande de Foie.
- **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

List d'abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Définition du lait 3

2. Qualité organoleptique du lait de vache cru 3

2.1. Couleur 3

2.2. Odeur 3

2.3. Saveur 4

2.4. Viscosité 4

3. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru de vache 5

3.1. Densité 5

3.2. Acidité titrable ou Acidité Dornic 5

3.3. pH 6

3.4. Point de congélation 6

3.5. Point d'ébullition 6

4. Composition chimique du lait 7

4.1. Eau 7

4.2. Glucides 7

4.3. Matières grasses.....	8
4.4. Protéines	9
4.4.1. Caséine	9
4.4.2. Protéines du lactosérum	10
4.5. Vitamine	12
4.5.1. Vitamines hydrosolubles.....	12
4.5.2. Thiamine B1.....	12
4.5.3. Acide folique.....	13
4.5.4. Biotine.....	13
4.5.5. Cyanocobalamine B12	13
4.5.6. Acide ascorbique C	13
4.5.7. Vitamines liposolubles.....	13
4.5.8. Vitamine A.....	13
4.5.9. Cholécalférol D	14
4.5.10. Vitamine K :.....	14
4.6. Minéraux.....	14
5. Composants indésirables du lait.....	14
5.1. Corps étrangers	15
5.2. Antibiotiques	15
5.3. Pesticides	15
5.4. Radioéléments :	16
5.5. Nitrates et nitrosamines	16
5.6. Colostrum	16
5.7. Métaux et polychlorobiphényles	16
6. Facteurs d'altération de la composition du lait	17
6.1. Variations qualitatives	17
6.1.1 Facteurs liés aux conditions intrinsèques.....	17

6.1.1.1. L'âge.....	17
6.1.1.2. Facteurs génétiques	17
6.1.1.3 Niveau de lactation.....	18
6.2. Variations quantitatives	18
6.2.1 Les facteurs liés aux conditions extrinsèques	18
6.2.1.1 L'Alimentation	18
6.2.1.2 Saison et climat	18
7. Sources de contamination du lait	19
8. Gestion de l'hygiène.....	19
8.1. Hygiène de la traite :.....	19
8.2. Conditions de la traite.....	20
8.2.1 Traite manuelle	20
8.2.2 Traite mécanique.....	20
8.3. Hygiène de l'étable	20
9. Flores du lait.....	20
9.1. Classification des principaux micro-organismes du lait selon leur importance	21
9.1.1. Flore originelle.....	21
9.1.2. Flore de contamination	21
9.1.2.1. Contaminations du lait cru au stade de la production	22
9.1.2.2. Contamination par l'animal.....	22
9.1.2.3. Contamination par l'environnement de la traite.....	22
9.1.2.4. Contamination au cours du transport	23
9.1.3. Flore pathogène.....	24
9.1.3.1. Caractères biologiques de la flore pathogène.....	25
9.1.4. Flore d'altérations	27
9.1.4.1. Bactéries de types coliformes totaux.....	27
9.1.4.2. Streptocoques :	28

10. Aspect sanitaire et exemples de maladies	28
10.1. Exemples de maladies liées à la consommation du lait.....	28
10.1.1 Tuberculose.....	28
10.1.2. brucellose	29
10.1.3. Fièvre typhoïdes.....	29
10.1.4. Infection à <i>Clostridium botulinum</i>	29
10.1.5. Lait pathologique ou lait de mammites.....	30
11..Aspect qualitatif.....	31
11.1. Acidification	31
11.2. Production du gaz	31
11.3. Protéolyse	31
11.4. Lipolyse.....	32

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.Site de prélèvement	33
2.Techniques de prélèvement.....	33
3.Qualité physico-chimique	33
3.1Détermination de l'acidité Dornic du lait	34
4.Qualité bactériologique	34
4.1Préparation des dilutions décimales	34
4.2Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) (NF V 08-051)	35
4.3Dénombrement des coliformes (NF V08-051).....	37
4.4Recherche et dénombrement des Staphylocoques dorés (NF V 08-0571)	40
4.5Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765 : 1996) et (ISO7899-1).....	42
4.6Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfitoréducteurs (NF V 08- 019)	46
4.7 Recherche et dénombrement de Salmonella (NF V 08-052).....	48

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Analyses physicochimique	50
1.1 Acidité titrable	50
1.2. Densité	50
1.3. Matière grasse	51
1.4. pH	52
1.5. Point de congélation	53
1.6. Mouillage	54
1.7. Conductivité	55
1.8. Extrait sec dégraissé	55
1.9. Température	56
1.10. Lactose	57
1.11. Taux de protéine	58
1.12. Sels minéraux	59
2. Analyses bactériologiques	60
2.1. Flore mésophile aérobie total	60
2.2. Coliformes totaux	61
2.3. Coliformes fécaux	62
2.4. Clostridies	63
2.5. Salmonelles	64
2.6. <i>Staphylococcus aureus</i>	65
2.7. Streptocoque	66
Conclusion et perspectives	68

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Le lait est un aliment de haute valeur nutritionnelle et occupe une place incontestable dans la ration alimentaire humaine dans la plus part des pays ayant un niveau de vie bas, moyen ou élevé. Cet aliment apporte la plus grande part de protéines d'origine animale (**Senoussi, 2008**), il contient des graisses, du lactose, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau.

L'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb, avec près de à 120 L/an /habitant (**Kacimi, 2013**). La flambée des prix de cette matière première sur le marché international a conduit les pouvoirs publics à mettre en œuvre un programme d'intensification des productions laitières bovines, à l'effet d'augmenter la production du lait de vache et de l'intégrer dans les circuits de production (**Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2009**).

L'attention se penche particulièrement sur le lait cru étant un produit non transformé, ne subissant aucun traitement et de ce fait garde tous ses propriétés naturels. C'est un aliment vivant, riche en facteurs qui facilitent la digestion et l'assimilation des nutriments qu'il contient.

Face à la demande du consommateur qui sollicite de plus en plus de produits innovants et de bonne qualité. En effet, la difficulté réside dans cette dernière notion qui reste très subjective et a des définitions différentes à chaque niveau de la filière : Pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence du taux de matières utiles élevé;

L'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène et aux qualités organoleptiques satisfaisantes (**Pougheon, 2001**).

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

L'industrie laitière a donc mis en place, au niveau de la production, une politique qualité qui a permis, au cours des dernières années, d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait.

Le développement du secteur laitier nécessite une véritable prise en compte de la maîtrise des risques sanitaires. Ainsi, l'**OMS** confirme que les maladies d'origine alimentaire constituent un problème de santé publique dans les pays en développement. Car et malgré son caractère nutritif important le lait reste un excellent milieu pour la multiplication de nombreuses espèces microbiennes exigeantes et difficiles à cultiver dans un milieu moins complet. La présence de nombreux facteurs de croissance provoquant aussi des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables (**Ghazi et Niar, 2010**).

Eu égard à cet état des lieux, nous nous sommes proposé de réaliser une étude qui vise à avoir une meilleure connaissance du lait issu des populations bovines de race originaire de la wilaya de Guelma.

En effet, cette étude comprend les objectifs spécifiques suivants :

- a) Une analyse physico-chimique du lait de vache cru prélevé à partir de différentes communes de la wilaya de Guelma ;
- b) Une analyse microbiologique qui se base sur la recherche de germes de contamination et d'altération à savoir : la flore mésophile aérobie totale, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, les clostridies. les salmonelles et le *Staphylococcus aureus*.

Le présent travail est scindé en trois parties : la première englobe une synthèse bibliographique sur le lait, sa valeur, sa composition et une présentation de la flore qui y vive. La deuxième est consacrée aux méthodes d'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des laits crus collectés, suivi d'une troisième partie d'interprétation des résultats issus ainsi que leurs discussions possibles.

Et enfin, nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

Synthèse bibliographique

1. Définition du lait

Selon le **Codex Alimentarius en 1999** le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes (**Deforges et al., 1999**). En effet, le lait de vache cru qui n'a subi ni addition, ni soustraction, est le mieux connu et considéré toujours comme l'élément de référence (**Alais, 2008**). La prédominance du lait de vache à l'échelle mondiale est écrasante.

2. Qualité organoleptique du lait de vache cru

2.1. Couleur

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

Le lait contient deux composants les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**Reumont, 2005**).

2.2. Odeur

L'odeur est caractéristique du lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe les 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) (**Vierling, 2003**). Donc il a une odeur peu marquée mais reconnaissable.

2.3. Saveur

Elle est douçâtre, légèrement sucrée en raison de la richesse du lait en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose.

L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extramammaire (Seydi, 2004).

2.4. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes (Rheotest, 2010).

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée (Benhedane, 2011).(tab .01)

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

Tableau 01 : Caractères organoleptiques du lait cru (Larpen, 1997).

	Caractères normale	Caractères anormale
Couleur	Blanc mat Blanc jaunâtre Lait riche en crème	Gris jaunâtre : lait de mammite Bleu, jaune; lait coloré par des substances chimiques ou des pigments bactériens.
Odeur	Odeur faible	Odeur de putréfaction, de moisissure, de rance.
Saveur	Saveur agréable	Saveur salée : lait de mammite Gout amer: lait très pollué par des bactéries.
Consistance	Homogène	Grumeleuse: mammite. Visqueuse ou coagulée

3. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru de vache

Le lait est considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissout et les autres sont la forme colloïdale (**Akli, 2011**).

3.1. Densité

La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. Deux facteurs de variation opposés la déterminent :

- La concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras). La densité varie proportionnellement à cette concentration.

- La proportion de matière grasse. Celle-ci ayant une densité inférieure à 1. La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse (**Boubezari, 2010**).

Pour une même espèce, la densité est variable, dépend d'une part de la richesse du lait en éléments dissous et en suspension, et d'autre part de la teneur en matière grasse. Elle varie aussi en fonction de la température. A 20°C, la densité des laits individuels peut prendre des valeurs comprises entre 1,030 et 1,033.

Sa mesure à elle seule ne permet pas toujours la détection des fraudes dans la mesure où on peut combiner écrémage et mouillage et avoir une densité normale (**Laurent, 1992**).

3.2. Acidité titrable ou Acidité Dornic

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, de substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques, le plus souvent l'acide citrique (**Jean et Dijon, 1993**).

On exprime couramment l'acidité du lait en degrés Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique par litre de lait}$) ; officiellement et par convention, on la donne en grammes d'acide lactique par litre du lait. Donc un lait frais normal a une acidité titrable de 16 à 18° degré Dornic c'est à dire 16 à 18 en grammes d'acide lactique par litre (**Cipc lait, 2011**).

Conservé à une température ambiante le lait s'acidifie spontanément et progressivement. C'est la raison pour laquelle qu'on distingue l'acidité naturelle qui caractérise le lait frais,

d'une acidité développée issue de la transformation de lactose en acide lactique par divers types de micro-organismes (**Mathieu, 1998**).

3.3. pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH (**Salhi et Medjoudj, 2013**).

Les différents laits ont une réaction ionique voisine à la neutralité. Le pH est compris entre 6,4 et 6,8. C'est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphorique et citrique, principalement. Ce paramètre n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce. A titre d'exemple, le colostrum a un pH plus bas, du fait de la teneur élevée en protéines (**Gaucher et al., 2008**).

3.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes, permettant ainsi de déceler la fraude. En effet, le mouillage rapproche le point de congélation de 0°C, en revanche, l'écémage ne le modifie pas. Par contre, l'acidification lactique et l'addition de sels solubles l'abaissent (**Mathieu, 1998**).

La valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54 °C et -0,55°C (**Boubezari, 2010**).

3.5. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C (**Amiot et coll, 2002**).

Le test à l'ébullition permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation. (**Boivert, 1990**).

L'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du lait cru sont présentés dans le tableau suivant. (tab.02)

Tableau 02 : Caractéristiques physico-chimiques du lait cru (**Mathieu, 1998**).

Caractéristiques	Valeurs
Densité	1,028 -1,034
Acidité titrable ou acidité dornic	1 5 – 18
Point de congélation	-0,5 - 0,55
Point d'ébullition	100,5 °C
pH (20C°)	6,5-6,7

4. Composition chimique du lait

Le lait de vache est un lait caséineux, Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

4.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre. En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (**Mathieu, 1998**).

Son caractère lui permet de former une vraie solution avec les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines (**Bouvier, 1993**).

4.2. Glucides

Le lait est principalement composé de lactose qui est un disaccharide constitué d'une unité galactose et d'une unité glucose (**Fernane, 2017**). (fig. 1).

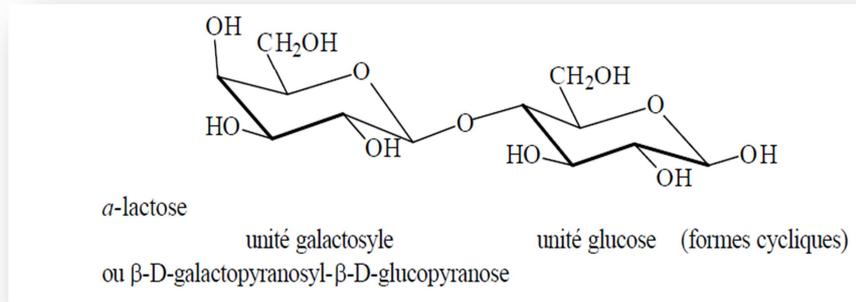
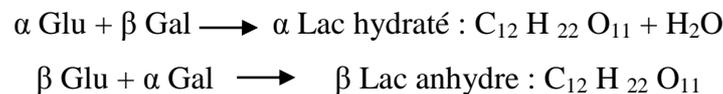


Figure 1 : Structure chimique d'une molécule de lactose.

Ce dioside est présent sous trois formes : anhydre (a et b) et a-hydraté (avec une molécule d'eau)



La synthèse du lactose s'effectue dans les cellules lactogènes à partir du glucose sanguin en présence de galactosyl-transférase et d' α -lactalbumine (**Fernane, 2017**).

Il est le sucre spécifique du lait et l'un des constituants les plus stables et ne subit que de faible variation, comparativement aux autres constituants majeurs (**Maamouri et al., 2008**).

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers :

- Fermentation alcoolique.
- Fermentation butyrique.
- Fermentation propionique.
- Fermentation lactique (**Benhedane, 2012**).

4.3. Matières grasses

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre. Elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires, 0,5% de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E, et K (**Brulé et al., 2008**).

Les matières grasses du lait sont majoritairement présentes sous forme de globules gras de diamètre compris entre 0,2 et 15 μ m et qui sont entourées d'une membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait ». Cette enveloppe protectrice est un assemblage complexe de protéines, de phospholipides, de glycoprotéines, de lipides, neutres, d'enzymes et d'autres composés mineurs, elle agit comme un émulsifiant naturel permettant la dispersion de la matière grasse dans le plasma du lait, de ce fait elle contribue au maintien de l'émulsion.

Pour les phospholipides ou lipides complexe, on distingue trois types dans le lait : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines. Concernant, **les triglycérides** ou des esters du glycérol, ils sont formés par condensation de trois molécules d'acide gras sur une molécule de glycérol (**Jeantet et al., 2007**).

4.4. Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers. Le lait de vache est riche en protéines. La teneur moyenne d'un lait normal est d'environ 60 à 35 g de protéine par litre ce qui représente 95% de l'azote total présent dans le lait (**Jean et al., 2002**).

Ils représentent 95 % de la quantité totale d'azote dont la concentration moyenne est de 3.2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée.

En plus les protéines du lait sont particulièrement importantes pour le transfert de certains minéraux et de certaines vitamines.

A côté des nutriments présentant des effets favorables, il en existe certains pouvant avoir un rôle néfaste comme des contaminants (**Coulon et al., 2003**).

On les classe en deux catégories d'après leur solubilité, d'une part les différentes caséines qui sont en suspension colloïdes, qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6. D'autre part, les protéines de sérum qui sont en solution colloïde et précipitent sous l'action de la chaleur (**Kabir, 2015**).

4.4.1. Caséine

Une micelle de caséine contient environ 92 à 93% de protéines, les caséines, et 8% de minéraux. La partie minérale de la micelle comporte 90% de phosphate de calcium et 10% d'ions citrate et de magnésium (2,9 % de Ca, 0,1% de Mg, 4,3% d'ions phosphate, 0,5% d'ions citrate). La présence de phosphate de calcium lié à la caséine est l'une des forces responsables de la stabilité de la structure des micelles de caséine (Marchin, 2007).

Les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait ;

L'éludification de la structure tridimensionnelle Leur point isoélectrique (pHi) moyen de pHi 4,65. Permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle (Vignola, 2002).(fig.02)

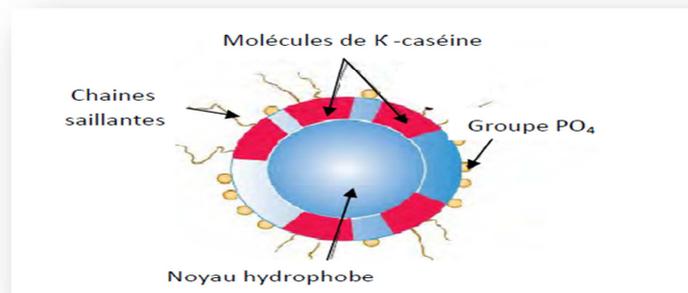


Figure 02 : Structure d'une sub-micelle caséique. (Ghaoues, 2011).

4.4.2. Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum sont des 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.

Les deux protéines principales sont la β lactoglobuline et l' α lactalbumine, les autres protéines du sérum sont les Immoglobuline et des enzymes (Thapon, 2005). (tab.03)

- **β -lactoglobuline** : est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%.
- **α -lactalbumine** : est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C) qui représente environ 22% des protéines du sérum (Kabir, 2015). Ces protéines existent chez tous les mammifères puisqu'ils entrent dans la composition d'une enzyme de lactose (Bonfoth, 2004).

- **Immunoglobulines** : ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes: 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 acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (**Debry, 2001**).
- **Sérum-albumine** : 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**).
- **Enzymes** : Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait (**Pougheon, 2001**).

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés :

- o Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipase, protéase).
- o Rôle antibactérien, elles apportent une protection au lait (lactoperoxydase et lysozyme).
- o Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, acétylestérase, sont des enzymes thermosensibles) et d'espèces (test de la xanthine-oxydase pour détecter le lait de vache dans le lait de chèvre) (**Linden, 1987**).

Le tableau suivant présente les caractéristiques des principaux enzymes rencontrés dans le lait.

Tableau 3 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (**Vignola, 2002**).

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

4.5. Vitamine

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires (**Vignola, 2002**).

Ces vitamines participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser, ils sont apportées essentiellement par l'alimentation et se retrouvent dans le lait sous forme de traces. Ainsi leur taux est en relation avec le régime alimentaire et aussi avec le stade de lactation (**Jeantet et al., 2008**).

Les vitamines sont classées, selon leur solubilité dans le corps gras ou dans l'eau, en vitamines liposolubles et hydrosolubles (tab.04).

4.5.1. Vitamines hydrosolubles

Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait. Se retrouve en plus grande concentration dans le sérum (**Debry, 2001**).

4.5.2. Thiamine B1

Dans le lait de vache, la thiamine (vitamine B1) est en partie libre et en partie liée aux protéines ou phosphorylée. Elle est vulnérable à la chaleur (chauffage long à haute température), mais résiste à des chauffages forts (145-150°C) et brefs (stérilisation UHT). **(Florence, 2010).**

4.5.3. Acide folique

L'acide folique se trouve dans le lait de vache à des concentrations très variables et est lié aux protéines. Facteur de croissance pour divers micro-organismes, il est sensible à la lumière et à l'oxygène, mais stable à la chaleur et à des pH supérieurs à 4 **(Florence, 2010).**

4.5.4. Biotine

La biotine se trouve totalement à l'état libre, mais en faibles quantités dans le lait. Elle est stable à la chaleur et à la lumière, mais sensible à l'air **(Florence, 2010).**

4.5.5. Cyanocobalamine B12

Le lait contient peu de vitamine B12, mais son activité est considérable. Elle est liée au lactosérum (95%) et est stable à l'air, mais sensible à la lumière et au chauffage, surtout lorsqu'il n'est pas effectué à l'abri de l'air. La pasteurisation UHT n'en détruit que 10%, mais la stérilisation classique 90% **(Florence, 2010).**

4.5.6. Acide ascorbique C

En comparaison des fruits ou légumes qui en fournissent jusqu'à 100 fois plus, le lait ne représente pas une bonne source de vitamine C. Celle-ci existe sous forme libre uniquement. Elle est très fragile, sensible à l'air, à la lumière et au chauffage (perte de 50% en stérilisation classique, 10% en pasteurisation). Le stockage et l'agitation du lait en tanks réfrigérés (2 à 4°C) pendant 36 heures détruit plus de la moitié de l'acide ascorbique **(Florence, 2010).**

4.5.7. Vitamines liposolubles

Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie. Par conséquent l'écémage du lait diminuera leurs concentrations **(Debry, 2001).**

4.5.8. Vitamine A

Le lait contient beaucoup de vitamine A, lorsque la nourriture des animaux est riche en fourrage vert et en carotène. De ce fait, il contient, en été, d'une fois et demie à deux fois plus de carotène et de rétinol qu'en hiver. Le carotène est le colorant de la matière grasse du lait.

4.5.9. Cholécalférol D

Le lait de vache ne contient de la vitamine D en faibles quantités (de 1 à 50 ng/L).

4.5.10. Vitamine K :

Synthétisée dans le rumen, la vitamine K se trouve toujours dans le lait en quantités faibles, mais suffisantes pour l'homme (de 0,1 à 0,5 mg par 100 g de lipides) (**Florence, 2010**).

Tableau 04 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Ghaoues, 2011**).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+ carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100 µg/100ml
Vitamine K	5 µg/100ml
Vitamine hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2 mg/100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45 µg/100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175 µg/100ml
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	50 µg/100ml
Vitamine B ₁₂ (cyanocobalamine)	0.45 µg/100ml
Niacine et niacinamide	90 µg/100ml
Acide pantothénique	350 µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5 µg/100ml

4.6. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux, 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 suivants, qui sont présents à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane lithium et probablement certains autres (**Brulé et al., 2008**).

5. 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 de constituant original, soit de composés dérivé métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments, de l'environnement, et de traitements prescrits à l'animal (**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. Les mesures de prévention restent la pratique la plus logique et la plus efficace (**Florence, 2010**).

5.1. Corps étrangers

De la production à la consommation, des corps étrangers sont susceptibles de contaminer la chaîne alimentaire à toutes les étapes. De ce fait, les industriels sont très attentifs et mettent en places divers procédés pour lutter contre ce risque notamment par la mise en place de filtres, de plan de lutte contre les nuisibles et les mesures d'hygiène du personnel (**Bolnot et Quintard, 2004**).

5.2. Antibiotiques

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites, leurs présences dans le lait engendrent un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes d'allergie et cancérogènes (**Michell, 2005**). Les pertes importantes sont celles provoquées dans les produits fermentés par inhibition du processus bactérien nécessaire à l'élaboration des fromages et des produits laitiers (**Althaus et al., 2003**).

5.3. Pesticides

Ces produits sont destinés à détruire les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes. Tous présentent un degré de toxicité pour l'homme. 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**).

Le caractère polluant des pesticides organochlorés est liés au fait qu'ils ne sont pas biodégradables et qu'ils peuvent ainsi présenter une rémanence sur les surfaces ou ils trouvent pendant des années, ce qui explique que les pesticides ont des produits qui peuvent

s'accumuler dans les graisses et notamment dans les cellules du lait, des viandes et du corps humain (**Luquet, 1972**).

Les trois sources de pollution sont :

- Les traitements des étables et des locaux de stockage des aliments
- L'alimentation des animaux, les vitaux (céréales, betteraves, maïs, tourteaux) qui entrent dans la ration des animaux peuvent être pollués par les produits phytosanitaires.
- Les interventions thérapeutiques sur les animaux et les traitements ectoparasitaires. (**Kabir, 2015**).

5.4. Radioéléments :

Les radioéléments, provenant surtout des retombées consécutives aux explosions atomiques mais aussi à l'emploi de plus en plus fréquent de ces isotopes (**Madelmont et Michon, 1964**). Ils s'accumulent dans le sol et contaminent les eaux et les végétaux. Il en résulte une contamination des animaux et une pollution du lait dans la mesure où les produits radioactifs sont présents. Dans le lait les isotopes les plus fréquents sont : l'iode¹³¹ [¹³¹₅₃I], césium 137 [¹³⁷₅₅Cs], strontium [⁹⁰₃₈Sr], amercurium 241 [²⁴¹₉₅Am], plutonium (**Galle, 1997**).

5.5. Nitrates et nitrosamines

La fabrication de certains produits laitiers s'accompagne d'une addition de nitrate dans le lait à cailler. Ceux-ci s'accumulent surtout dans le lactosérum. De fait, on peut trouver dans les produits secs, des nitrates en concentrations très élevées. qui peuvent former des liaisons avec divers composants du lait. Les nitrites qui découlent de la conversion des nitrates peuvent former des nitrosamines, dont certaines sont cancérigènes (**Florence, 2010**).

Les risques de présence des nitrates et nitrites semblent également être faibles. Ils pourraient être liés à la consommation d'eau trop fortement chargée ou d'aliments (**Gbph, 2011**).

5.6. Colostrum

La vache après vêlage ne doit pas être traitée pendant 5 à 7 jours. Elle secrète en effet du colostrum les premiers jours, puis du lait de transition dont la composition devient graduellement similaire à celle du lait entier. En plus de sa valeur nutritionnelle élevée, le colostrum contient aussi des anticorps nécessaires pour protéger le nouveau-né contre de nombreuses infections qui peuvent provoquer des diarrhées et d'autres problèmes de santé. Ce lait n'est pas adapté à la transformation (**Wendmisida, 2013**).

5.7. Métaux et polychlorobiphényles

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

Certains produits chimiques, comme les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles (PCB), présentent un certain degré de toxicité pour l'homme, d'autant plus que ces substances sont stables dans l'organisme où elles s'accumulent dans le tissu adipeux. Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'ils sont souvent difficiles d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé (**Badinand, 2003**).

6. Facteurs d'altération de la composition du lait

La production laitière est influencée par des facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, la période de lactation) et extrinsèques (la saison et l'alimentation). La variation peut être quantitative ou qualitative.

6.1. Variations qualitatives

Les principales variations qualitatives concernent le taux de matières grasses et de protéines du lait. Leur teneur plus ou moins grande s'explique par des facteurs aussi variés tels que l'hérédité, l'alimentation, le niveau de lactation et le moment de la traite.

6.1.1 Facteurs liés aux conditions intrinsèques

6.1.1.1. L'âge

La quantité de lait augmente généralement du premier vêlage au 5ème, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7ème

Le vieillissement des vaches provoque une diminution de la quantité de leur lait, ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Abd Allah et al., 2011**).

6.1.1.2. Facteurs génétiques

Les éléments du lait ont une bonne héritabilité. Elle est de 0,5 et 0,6 respectivement pour les protéines et les matières grasses.

L'existence de variantes génétiques A et B issus des mutations ponctuelles, donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ et de la β -lactoglobuline, influencent la composition du lait et certains critères de productivité des vaches (**Jakob et Hänni, 2004**).

6.1.1.3 Niveau de lactation

Le niveau de lactation agit sur l'évolution de la matière grasse. Pendant la même lactation, le taux butyreux varie en sens inverse de la production du lait.

Les trois phases successives constatées chez un groupe de vaches :

- Une baisse du taux butyreux au cours du premier mois de lactation;
- Un palier plus ou moins accusé après quelques mois;
- Une remontée plus nette vers le sixième mois jusqu'au tarissement (**Craplet, 1970**).

6.2. Variations quantitatives

6.2.1 Les facteurs liés aux conditions extrinsèques

6.2.1.1 L'Alimentation

Intervient par la qualité de ses nutriments. C'est ainsi que des rations pauvres en cellulose s'accompagnent d'une chute de taux butyreux. Cette dernière entraînerait celle du taux protéique. En effet, il existe une corrélation positive entre le taux de matière grasse et la teneur en protéines du lait produit (**Melahi et Benhila, 2017**)

6.2.1.2 Saison et climat

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (**Coulon *et al.*, 1991**).

L'effet global se traduit par :

- Une production maximale au printemps et minimale en été selon l'influence de la saison de vêlage ;

- Une teneur en matières grasses minimal à fin du printemps maximale en automne ;
- Une teneur en calcium minimale en été et maximal au printemps

7. Sources de contamination du lait

A la sortie de la mamelle, le lait est peu contaminé, s'il est trait d'un animal sain et dans de bonnes conditions hygiéniques (**Faye et Loiseau, 2002**).

C'est au cours des opérations de collecte et d'acheminement vers les lieux destinés à consommation ou à la transformation, que le lait se charge d'une population microbienne indésirable.

Les contaminations éventuelles et leur ampleur résultent de plusieurs causes dont nous pouvons citer :

- l'eau qu'elle soit utilisée pour l'abreuvement ou pour le nettoyage peut constituer une source non négligeable de contamination du lait (**Goyon et Badinand, 2003**).
- les mamelles sales incorrectement lavées.
- le matériel de traite mal nettoyé et/ ou présentant des défauts.
- la peau des mamelles.
- le non élimination des premiers jets indispensable normalement pour déceler les mammites sub-cliniques à la ferme (**Bonfoh et al., 2006**).
- enfin, la litière et l'air sont les deux composantes du milieu qui contribuent à ensemercer le lait durant la période de traite. Les laits traités manuellement sur litière riche en foin sont relativement chargés en bactéries hétéro- lactiques (**Bouton et al., 2005**).

La préconisation de renouvellement des litières et l'utilisation concomitante de produits jouant sur les paramètres des litières (pH, humidité) afin de réduire les charges microbiennes des laits (**Tormo et al., 2006**).

8. Gestion de l'hygiène

Les éleveurs et producteurs laitiers, cherchent à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du lait pour que cette matière première satisfasse les attentes de l'industrie alimentaire et des consommateurs. Les pratiques en élevage laitier devraient assurer la production de lait par des animaux en bonne santé, dans des bonnes conditions d'élevage et dans le respect de l'environnement immédiat (**FAO, 2004**).

8.1. Hygiène de la traite :

L'obtention d'un lait propre et sain exige un bétail sain, des locaux propres, des conditions de récolte satisfaisantes et une conservation du lait cru à basse température jusqu'à la livraison au consommateur ou à la laiterie pour empêcher le développement des bactéries. Pour améliorer la qualité du lait, il faut éviter l'apport des microorganismes à tous les stades de production, détruire les germes qu'on n'a pas pu éviter par la chaleur, inhiber la croissance des germes qu'on n'a pas pu détruire. Pour assurer l'hygiène de la traite quatre opérations essentielles s'imposent : lavage, essuyage, élimination des premiers jets et trempage (**Codex Alimentarius, 2004**).

8.2. Conditions de la traite

Quelque soit la technique utilisée, la traite vise à produire un lait propre, favoriser l'éjection du lait et pas causer de dommage à la mamelle.

8.2.1 Traite manuelle

La traite manuelle demeure la plus utilisée dans nos pays. Elle se fait généralement le matin avant le départ pour le pâturage et le soir quand les vaches en reviennent. La vache peut être traitée sans moyen de contention.

8.2.2 Traite mécanique

Seules quelques exploitations modernes ont le privilège, dans nos pays, d'être dotées de machine à traire. L'opération de traite intéresse à la fois plusieurs vaches. Celles-ci sont amenées dans un local spécial appelé salle de traite. Bien conçue elle permet la production d'un lait de bonne qualité car les vaches apportent elles-mêmes leur lait près de l'endroit où il est conservé (**Laurent, 1992**).

8.3. Hygiène de l'étable

L'hygiène de l'étable doit être bien respecté pour avoir les meilleures conditions d'ambiances qui assurent le bien être de l'animal. L'évacuation des bouses, la ventilation et le renouvellement de la litière sont 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 (**Dudouet, 2004**).

9. Flores du lait

Les micro-organismes, principalement, présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elle, un excellent substrat nutritif. Au cours de leur multiplication dans le lait, elles libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, gaz carbonique, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique (responsable de l'acidification en technologie fromagère), diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant être responsables de pathologie chez l'homme (**Benhedane, 2012**). Pour les répercussions néfastes qu'elle peut avoir sur la santé du consommateur, la qualité du lait repose pour une grande part sur l'importance quantitative et qualitative de la flore microbienne qui s'y trouve dans le lait collecté après la traite.

Cette population microbienne est le résultat de la combinaison :

- d'une flore originelle dont les germes proviennent de l'intérieur de la mamelle à l'issue d'une traite aseptique :
- d'une flore de contamination dont les germes sont apportés par le milieu extérieur lors de la traite ou des manipulations ultérieures ;
- du développement de la flore originelle et/ou de la flore de contamination selon que les conditions du milieu sont plus ou moins favorables (température par exemple) (**Yabrir, 2013**).

9.1. Classification des principaux micro-organismes du lait selon leur importance

On répartit les micro-organismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminants qui subdivisée en deux sous classes : flore d'altération et la flore pathogène.

9.1.1. Flore originelle

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis (**Vignola, 2002**).

C'est la flore la plus importante par son nombre et par son activité. Les genres *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont les plus représentés et jouent des rôles primordiaux, car il s'agit de la flore utile exploitée en technologie laitière pour ses propriétés acidifiantes et aromatisantes qui résultent de la fermentation lactique. De plus, les substances inhibitrices sécrétées par certaines souches lactiques et l'acidification du lait tendent à inhiber sensiblement le développement de nombreux germes indésirables (**Yebrir, 2013**).

9.1.2. Flore de contamination

Cette flore 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 capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers (Vignola, 2002).

Le lait au cours de la traite, du transport et du stockage à la ferme ou à l'usine est contaminé par une grande variété de micro-organismes. Une partie seulement d'entre eux peut se multiplier dans le lait si la température est favorable et le milieu propice. Il en résulte que la nature de la flore microbienne du lait cru est à la fois complexe et variable d'un échantillon à un autre et suivant l'âge du lait (Fernane, 2017).

9.1.2.1. Contaminations du lait cru au stade de la production

La flore du lait cru est abondante et susceptible d'évoluer rapidement. Il faut donc abaisser sa température à moins de 10°C le plus rapidement possible, au mieux dans l'heure qui suit la traite. Le lait recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle est soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée (Vaïtchafa, 1996).

9.1.2.2. Contamination par l'animal

lorsque l'animal est sous traitement, le lait renferme des résidus d'antibiotiques qui sont à l'origine de perturbations importantes des processus de fermentation et de maturation des produits laitiers de large consommation tels que les yaourt, fromages et autres laits fermentés. (Ben Mahdi et Ouslimani, 2009). Ces laits anormaux doivent être séparés du lait sain et ne pas être utilisés pour la transformation. Le canal du trayon est toujours contaminé, même chez un animal sein ; de ce fait, les premiers jets de lait obtenus lors de la traite doivent être éliminés. L'extérieur de la mamelle est toujours chargé en germes. Un nettoyage correct effectué avant la traite est donc indispensable pour obtenir un lait de bonne qualité microbiologique (Levesque, 2004).

9.1.2.3. Contamination par l'environnement de la traite

La traite n'est jamais réalisée dans des conditions aseptiques. Ainsi le lait recueilli se contamine très rapidement en traversant le conduit papillaire puis au contact du matériel de traite. Ils proviennent de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon. (tab 05.) Parmi les maladies de la mamelle, la contamination du lait se fait pour l'essentiel au cours des diverses manipulations dont il est l'objet à partir de la traite (**Lemire, 2007**).

a. Débris de matériel

L'utilisation de certains produits ou matériels peut être à l'origine de corps étrangers Indésirables dans le lait et les produits transformés. Les spatules en bois, les fouets (Avec un manche en bois) sont utilisés dans les unités pour l'homogénéisation et le brassage du lait. Des débris de bois peuvent se retrouver dans le lait ou dans les Produits transformés (**Wendmisida, 2013**).

b. Sable, poils et impuretés

Si les pratiques de la traite sont défectueuses et que le lait n'est pas filtré, des grains De sable ou des poils peuvent le polluer. En outre, si le sucre utilisé pour la transformation est de mauvaise qualité, il peut Aussi contenir des débris et impuretés divers, allant jusqu'à assombrir la couleur du Lait caillé (**Wendmisida, 2013**).

Tableau 05 : Germes contaminant le lait cru (**Jakob et al., 2009**).

Germes	Source de contamination
Germes sporulés aérobies	Terre, poussière, foin (très répandu)
Germes sporulés anaérobies (Clostridies)	Ensilage, fourrage vert en Fermentation, boue
Entérocoques	Fèces, résidus de lait
Staphylocoques	Peau, muqueuses
Microcoques	Peau, résidus de lait
Bactéries proprionique	Peau, résidus de lait
Bactéries lactiques	Peau, résidus de lait, fourrage vert En fermentation, ensilage
Bactéries corynéformes	Plantes, ensilages, résidus de lait
Colibactéries (E. coli)	Peau, sol
Entérobactéries	Fèces, eaux usées
Pseudomonas	Plantes, fèces, eaux usées
Alcaligenes, Flavobacterium, etc	Eau, Sol, (très répandu)
Levures	Sol, plantes, résidus de lait (très répandu)

9.1.2.4. Contamination au cours du transport

La collecte et le transport se font grâce à des camions citernes réfrigérés qui récoltent régulièrement le lait dans les fermes. Ils doivent respecter un certain nombre de règles légales afin de livrer un lait de bonne qualité, notamment par le maintien du lait au froid qui a pour but d'arrêter le développement des micro-organismes. Il constitue un traitement de stabilisation.

Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes (**Jakob et al., 2011**).

En terme d'apports microbiens les origines sont diverses:

- **Fèces et téguments de l'animal** : *Coliformes*, *Clostridies*, et éventuellement des *Entérobactéries* pathogènes (*Salmonella*) ;
- **Sol** : *Streptomyces*, bactéries sporulées, spores fongiques, listéria ;
- **Laitière et aliments** : flore banale variée, en particuliers, *Lactobacilles*, *Clostridium butyriques* (Ensilages) ;
- **Air et eau** : flore diverse dont *Pseudomonas*, bactérie sporulées, etc. ;
- **Équipements de traite et de stockage du lait** : flore lactique, microcoque, *Lactobacilles*, *Streptocoques*, *Leuconostoc*, levure, cette flore sera souvent spécifique d'une usine à une autre ;
- **Manipulateurs** : *Staphylocoques* dans le cas de traite manuelle.
- **Vecteurs divers** : insectes en particulier, flore de contamination fécale (**Guiraud, 2003**).

9.1.3. Flore pathogène

Les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont cités ci-dessous :

- Les principales bactéries infectieuses sont : *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* et *Campylobacter sp.*(fig.03)
- Les principales bactéries toxigènes sont : *Staphylococcus sp.*, *Clostridium botulinum* (**Vignola, 2002**).

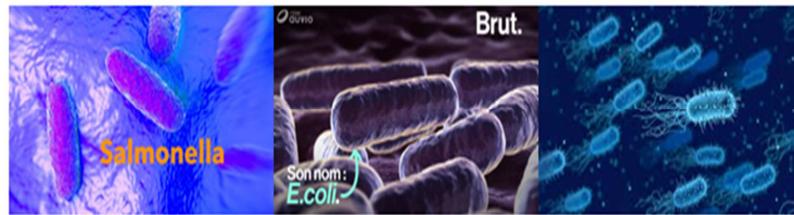


Figure 3: Les différentes bactéries infectieuses. (Prescott et al., 2010)

9.1.3.1. Caractères biologiques de la flore pathogène

a. *Staphylocoques*

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 μm de diamètre, non sporulés et immobiles. Ils sont des germes groupés en amas, aéro-anaérobies facultatifs, provoquant une fermentation acidifiante du glucose et produisent de l'acétoïne. Ils peuvent être pathogènes mais les non pathogènes sont les plus nombreux (Leyral et Vierling, 2007).

Les staphylocoques pathogènes possèdent une coagulase, phosphatase et une DNase. L'espèce pathogène *Staphylococcus aureus* est une coque Gram+, mésophile, groupée en paire, tétrade ou amas réguliers, immobile, asporulée, catalase +, rencontrée majoritairement sur la peau et la muqueuse (Guiraud, 2003).

Cette espèce est à l'origine de mammite sub-clinique dans la majorité des cas, et le plus souvent incriminée dans des cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) par le lait et les produits laitiers.

b. *Salmonelles*

Ce sont des entérobactéries lactose-, β -galactosidase-, uréase-, indole-, H_2S^+ , Citrate +, certains sérovars ont des caractères particuliers. Le genre *Salmonella* comprend plus de 2500 sérotypes, dont une cinquantaine est vraiment importants dans nos régions.

Salmonella est une bactérie naturellement présente dans l'intestin des animaux (en particulier chez les volailles et les porcs), des oiseaux, des reptiles, de certains animaux de compagnie et de certaines personnes. Elle est également présente dans l'environnement et peut contaminer le lait à la production et à la ferme (Van et al., 2004).

Les personnes qui consomment du lait contaminé par *Salmonella* sont susceptibles de contracter la salmonellose.

c. Clostridies

Sont des bacilles Gram +, anaérobies strictes, souvent de grande taille, sporulés, non capsulés à l'exception de *Clostridium Perfringens*. La plupart des clostridies sont mobiles flagelles péritriche, catalase négatives.

Ils sont très répons dans la nature, en particulier, dans le sol. Ces bactéries contaminent de nombreux produits : lait, eau, viande, aliments fermentés ou congelés et surtout les conserves alimentaires. Ils ont un grand pouvoir de dégradation vis-à-vis des polysaccharides (**Guiraud, 2004**).

Les principales espèces pathogènes pour l'homme sont : *C. Botulinum*, *C. perfringens*, *C.tetani* sérologiques (**Cristian et al., 2015**). (fig.04)



Figure 04 : les espèces pathogènes de Clostridium.

o *Clostridium botulinum*

C'est une bactérie tellurique qui se trouve dans l'eau, le sol, le tube digestif de nombreuses espèces animales. Souvent incluse dans le groupe pathogène en raison de sa pathogénicité liée à la production d'une toxine. Sa recherche et identification sont essentiellement basées sur des méthodes sérologiques (**Cristian et al., 2015**).

Elle inclut un grand nombre de biotypes que l'on peut classer en différents groupes selon des critères biochimiques, génétiques ou immunologiques. On distingue les *C.botulinum* protéolytique (groupe I), les non-protéolytiques (groupe II) et les espèces apparentées (groupe III). Ces bactéries sont toxigènes produisent les toxines botuliques, qui sont des neurotoxines qui provoquent une paralysie flasque et de graves intoxications souvent mortelles (**Guiraud et Rosec, 2004**).

- *Clostridium perfringens*

Est une bactérie saprophyte du sol et des eaux, commensales de l'homme et des animaux (peau, intestin). Ils produisent différents types de toxines : enterotoxine, hémolysine, collagénase, protéase. On la trouve dans des très nombreux produits alimentaires (lait, viande..). Les types A, C et D sont principalement pathogènes pour l'homme responsable de gastro-entérites (**Guiraud et Rosec, 2004**).

- *Clostridium Tetani* :

Ce germe se trouve dans le sol et dans le tube digestif de certains mammifères donc il est commensal. Il n'est pas invasif pour l'homme mais produit une toxine complexe capable d'attaquer le système nerveux (**Cristian et al., 2015**).

9.1.4. Flore d'altérations

Seules quelques-unes des espèces présentes seront responsables de l'altération du produit. Elle sont d'abord sélectionnées en fonction des conditions physico-chimiques mises en jeu (nature de produit, pH, pression partielle en oxygène, température de stockage, etc.) (**Bennefoy et al., 2002**).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp.* et *Clostridium sp.* Certaines levures et moisissures (**Wendmisida, 2013**).

9.1.4.1. Bactéries de types coliformes totaux

Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (**Archibald et al., 2000**). Ces bactéries sont utilisées depuis très longtemps comme indicateurs de qualité parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

Des coliformes banals absorbés en quantité massive (1 million à 1 milliard de germes) peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée), habituellement de courte durée.

9.1.4.2. Streptocoques :

Sont des bactéries thermophiles à psychotrope, anaérobies facultatif, souvent micro aérophile catalase -, nitrate -, fermente les sucres en acide lactique et produits aromatiques .Ils sont largement distribués dans la nature, l'arbre respiratoires et le tube digestif de l'homme et animaux. A, B, C, R sont pathogènes pour l'homme et les animaux (abcès mammites), D Les Streptocoques fécaux ou entérocoques témoins de contamination fécale de certains aliments coquillages produits congelés (**Guiraud et Rosec, 2004**).

ces espèces pathogènes pour l'homme sont : *Streptococcus agalactiae*, bactérie pathogène invasive, est la principale cause de la septicémie, de méningite et de pneumonie chez les nouveau-nés, et également l'un des principaux agents pathogènes qui peut causer la mammite dans les troupeaux laitiers (**Chiang et al., 2008**). Fréquemment on y trouve aussi *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* (**Ericsson et al. 2009**).

10. Aspect sanitaire et exemples de maladies

Des germes pathogènes peuvent être présents dans le lait. Certains sont capables de se multiplier d'autres sont simplement transmis.

La tuberculose due au *Mycobacterium* du lait est rare. Par contre, les brucelloses sont plus fréquentes en particulier à partir du lait de chèvre (*Brucella melitensis*).

Des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes peuvent être causées par les salmonelles, des toxoinfections ou intoxications par des *Staphylocoques*. Des mycotoxines peuvent être aussi présentes dans les produits laitiers soit qu'elles proviennent d'animaux ayant consommé des aliments contaminés, soit qu'elles proviennent du développement direct des moisissures (*Penicillium cyclopium*, *Viridiatum* ou *Stoloniferum*) dans les poudres de lait (**Guiraud, 1998**).

10.1. Exemples de maladies liées à la consommation du lait

10.1.1 Tuberculose

Historiquement, 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 (**Broutin et al., 2005**).

Cette tuberculose se caractérise par la fréquence des localisations extra-pulmonaires et des formes disséminées). La fréquence de la tuberculose bovine chez l'homme dépend donc

de l'atteinte du bétail et des quantités de lait cru ou insuffisamment thermo-traité consommé par la population (**Gantere, 2003**).

10.1.2. brucellose

Elle est plus fréquente, en particulier à partir du lait de vache (*Brucella melitensis*, *Brucella abortus* et *Brucella suis*). L'homme étant l'hôte accidentel, il se contamine par voie directe lors de l'ingestion des produits laitiers non pasteurisés, ou indirecte en rentrant en contact avec les animaux infectés (fermier, vétérinaire) (**Guiraud, 2003**).

10.1.3. Fièvre typhoïdes

La présence des salmonelles dans le lait de vache peut causer la maladie de la fièvre typhoïde qui est une bactériémie à point de départ lymphatique due à *Salmonella typhi* et *paratyphi* A, B, C. Ces sérovars sont strictement humains, le seul réservoir de germe étant l'homme lui-même, malade, convalescent ou porteur sain.

Les contaminations interhumaines (directes ou par l'intermédiaire défaillante augmente donc les risques d'apparition de la maladie. La dose infectieuse est de l'ordre de 10^5 germes. Après incubation de durée variable (25 jours mais généralement 15) la maladie se déclenche avec des syndromes digestifs (diarrhées, douleurs abdominales, vomissement) puis une phase septicémique lymphatique avec fièvre (**Joseph et Rosec, 2004**).

10.1.4. Infection à *Clostridium botulinum*

Le botulisme est une maladie rare mais potentiellement grave due à la toxine produite par *C. 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, est la forme la plus classique de la maladie. A l'opposé, la toxi-infection botulique chez le nourrisson, autrement dit le botulisme infantile, est la conséquence de l'ingestion de spores de *C. botulinum* (**Espie et al., 2010**).

10.1.5. Lait pathologique ou lait de mammites

Une mammite est une infection avec ou sans inflammation. Les signes systémiques qui accompagnent les mammites aiguës sont l'hyperthermie, la dépression, les frissons, l'anorexie, la perte de poids et la mort de la vache dans les cas sévères (**Radostits *et al.*, 2007**). Les infections subcliniques sont responsables d'environ 80 % de l'ensemble des pertes économiques associées aux mammites, liées à une réduction de la production et de la qualité du lait, ainsi qu'aux coûts de traitements et de préventions (**Seeger *et al.*, 2003 ; Shim *et al.*, 2004 ; Petrovski *et al.*, 2006**)(fig.05).

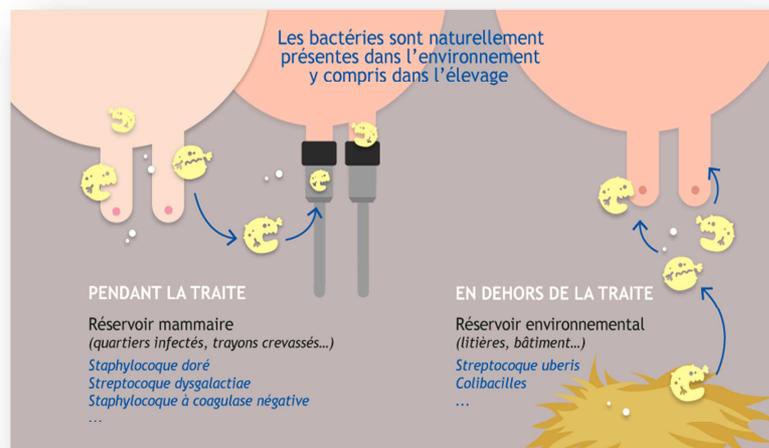


Figure 05 : mammite de la vache laitière

Les mammites sont généralement des infections mono microbiennes presque exclusivement d'origine infectieuse et dues à dix espèces bactériennes différentes, que l'on classe en bactéries pathogènes majeures et mineures (**Dodd & Booth, 2000**).

Il s'agit de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium pyogènes* et de mycoplasmes.

Les germes qui prolifèrent dans un quartier peuvent entraîner une mammite clinique (symptomatique), une mammite succinique (asymptomatique) ou une infection latente.

Les bactéries coliformes sont souvent associées à des mammites aiguës accompagnées de symptômes cliniques (**Fernane, 2017**).

11..Aspect qualitatif

De nombreux micro-organismes peuvent se développer abondamment dans le lait en entraînant par leur action des modifications de texture et de goût. Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il a subis (**Guiraud, 2004**).

11.1. Acidification

Est un bon indice pour évaluer la qualité microbiologique et le respect de la chaîne du froid du lait cru .Lors de leur croissance, certains micro-organismes (surtout les bactéries lactiques), grâce à la galactosidase, hydrolysent le lactose du lait pour produire du glucose et galactose. Le glucose, ainsi produit sera fermenté pour la production du composant acides, et l'alcool qui abaissent le pH, accompagnée d'odeurs et de goûts surs (**hylan et al ., 1984**).

11.2. Production du gaz

Certaines bactéries lactiques ne produisent que de l'acide lactique lors de la fermentation du lactose. On dit qu'elles sont homofermentaires. Toutefois, d'autres bactéries lactiques produisent du CO₂ et d'autres sous-produits en addition à l'acide lactique. On qualifie ces bactéries d'hétérofermentaires ou degazogènes. Outre les bactéries hétérofermentaires, Il y'a aussi des bactéries non lactiques acidifiantes produisant aussi du CO₂ comme sous-produit de leur fermentation. la plus part de ces bactéries non lactiques hétérofermentaires sont d'origine fécale ou tellurique, c'est-à-dire du sol. Leur présence indique en général que la production, la récolte ou la transformation du lait a pu se faire dans des conditions non hygiéniques. Enfin les levures ont aussi une activité fermentaire permettant de transformer le lactose en alcool et en CO₂. plusieurs de ces microorganismes sont thermotolérants (**Espie et al., 2010**).

11.3. Protéolyse

Favorisée par un long stockage à basse température. La protéolyse peut se manifester directement par l'odeur et par une légère alcalinisation du lait : les germes incriminés sont : *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* en plus de d'autres germes Gram⁻. Ces micro-organismes interviennent directement ou par l'action de leurs enzymes thermostables (**Guiraud, 1998**).

11.4. Lipolyse

La lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit dans le lait par une augmentation de la teneur en acides gras libres. Au-delà de certains seuils, cette augmentation peut provoquer l'apparition de défauts de goûts (rance, savon...) dans les produits laitiers (**Heuchel *et al.*, 2003**).

Dans un lait cru réfrigéré, la flore dominante est représentée par les psychotropes. 70% ou plus de cette population possèdent une activité lipolytique. Cependant, elle n'est perceptible au goût qu'à partir des teneurs de 10^6 à 10^7 germes/ml, c'est-à-dire pour des laits crus considérés comme très pollués (**Roudj *et al.*, 2009**).

L'activité lipolytique est exploitée dans la production du Brie, du Saint-paulin et de nombreux fromages à pâtes molles, elle est alors contrôlée (**Vignola, 2002**).

Matériel et méthodes

1. Site de prélèvement

Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique du lait de vache cru, la collecte des échantillons (70 échantillons) a été réalisée à partir de différentes communes de la wilaya de Guelma durant une période s'étalant du mois de mars au mois de mai 2019.

2. Techniques de prélèvement

Le lait est traité manuellement le matin. Les échantillons du lait prélevés sont recueillis dans des flacons en verre stériles et conservés à 4°C. Ils sont acheminés aussitôt, au laboratoire dans une glacière empilée de poche de glace. Le temps maximal entre le prélèvement et l'analyse par le matériel convenable (voir annexe n°1) de l'échantillon ne dépassait pas 5 h. (Guiraud, 2003)

3. Qualité physico-chimique

L'ensemble des paramètres physico-chimiques du lait (pH, température, l'ajout de l'eau, point de congélation, matière grasse, densité, lactose, protéines, sels minéraux, conductivité, matière sèche dégraissée) ont été déterminés par une mesure directe, utilisant un lactoscan ULTRASONIC MILK ANALYSER (fig 6.)



Figure 6 : Lactoscan ULTRASONIC MILK ANALYSER.

3.1 Détermination de l'acidité Dornic du lait

La méthode de dosage de l'acidité par titrage permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait (**Vignola, 2002**).

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de la soude Dornic (N/9). Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (N/9) est rajoutée (à la burette) jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes (**Guiraud, 1998**). L'acidité du lait peut être exprimée ainsi :

- En degré Dornic (°D) : le degré Dornic correspond au nombre de $1/10^e$ de ml de soude Dornic N/9 nécessaire pour assurer le virage de la phénolphtaléine (**Guiraud, 1993**).

4. Qualité bactériologique

Le but de ce travail est d'analyser la qualité bactériologique du lait cru en réalisant un contrôle de germes, et d'une manière spécifique, il s'agira de rechercher et dénombrer les suivants:

- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux ;
- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) ;
- Dénombrement des streptocoques fécaux ;
- Recherche de germes pathogènes : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium sulfitoréducteurs*

4.1 Préparation des dilutions décimales

○ Principe

La réalisation de la dilution décimale à partir de la suspension mère (lait cru) et, si nécessaire, pour faciliter l'examen bactériologique et faire abaisser les charges des micro-organismes qui peuvent être présents.

○ Mode opératoire

- Préparer une série de tubes à essai stériles étiquetés de 10^{-1} à 10^{-5} .
- 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 (Tryptone sel), cette dilution constitue alors la dilution 10^{-1} .
- Prélever ensuite, 1ml de la première dilution et le mettre dans un autre tube de tryptone sel (à raison de 9ml), pour avoir la dilution 10^{-2} .

- Continuer de la même manière jusqu'à arriver à la dilution 10^{-5} .

4.2 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) (NF V 08-051)

La flore mésophile aérobie totale est constituée d'un ensemble de micro-organismes variés correspondant aux germes banaux de contamination. Ces germes n'agissent pas sur les aliments et n'ont de répercussion du point de vue qualitatif (altérations du produit) et hygiénique (santé du consommateur) qu'au-delà d'une certaine quantité (**Guiraud et Rosec, 2004**).

○ **Mode opératoire**

- Prélever 1 ml à partir de chaque dilution (de 10^{-1} à 10^{-5}) et le placer dans une boîte de Pétri stérile.
- Ajouter 12 ml de la gélose nutritive PCA.
- Homogénéiser les boîtes par des mouvements circulaires en forme de (8) afin de mélanger la gélose et l'inoculum, laisser refroidir.
- Après solidification, rajouter une deuxième couche de gélose nutritive PCA à raison de 4 ml.
- Les boîtes sont ensuite, incubées couvercle bas à 30 °C pendant 72 h.
- Pour chaque échantillon trois répétitions sont effectuées.

La technique de dénombrement de la flore mésophile aérobie est illustrée dans la figure 7.

○ **Lecture**

Après incubation, une lecture des boîtes est réalisée après:

- 24 h (première lecture).
- 48 h (deuxième lecture).
- 72 h (Troisième lecture).

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.

o **Expression des résultats**

Les résultats sont calculés suivant la formule AFNOR

$$N = \frac{\sum C}{V (n_1 + 0.1n_2) d}$$

Dont :

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

V : volume de l'inoculum.

n_1 : nombre de boites comptées dans la première dilution.

n_2 : nombre de boites comptées dans la seconde dilution.

d : le facteur de dilution à partir du quel les premiers comptages ont été obtenus.

Si une seule boite est comptable, la formule est la suivante:

$$N = c/d$$

c : nombre de colonies comptées

d : le facteur de dilution à partir du quel les premiers comptages ont été obtenus.

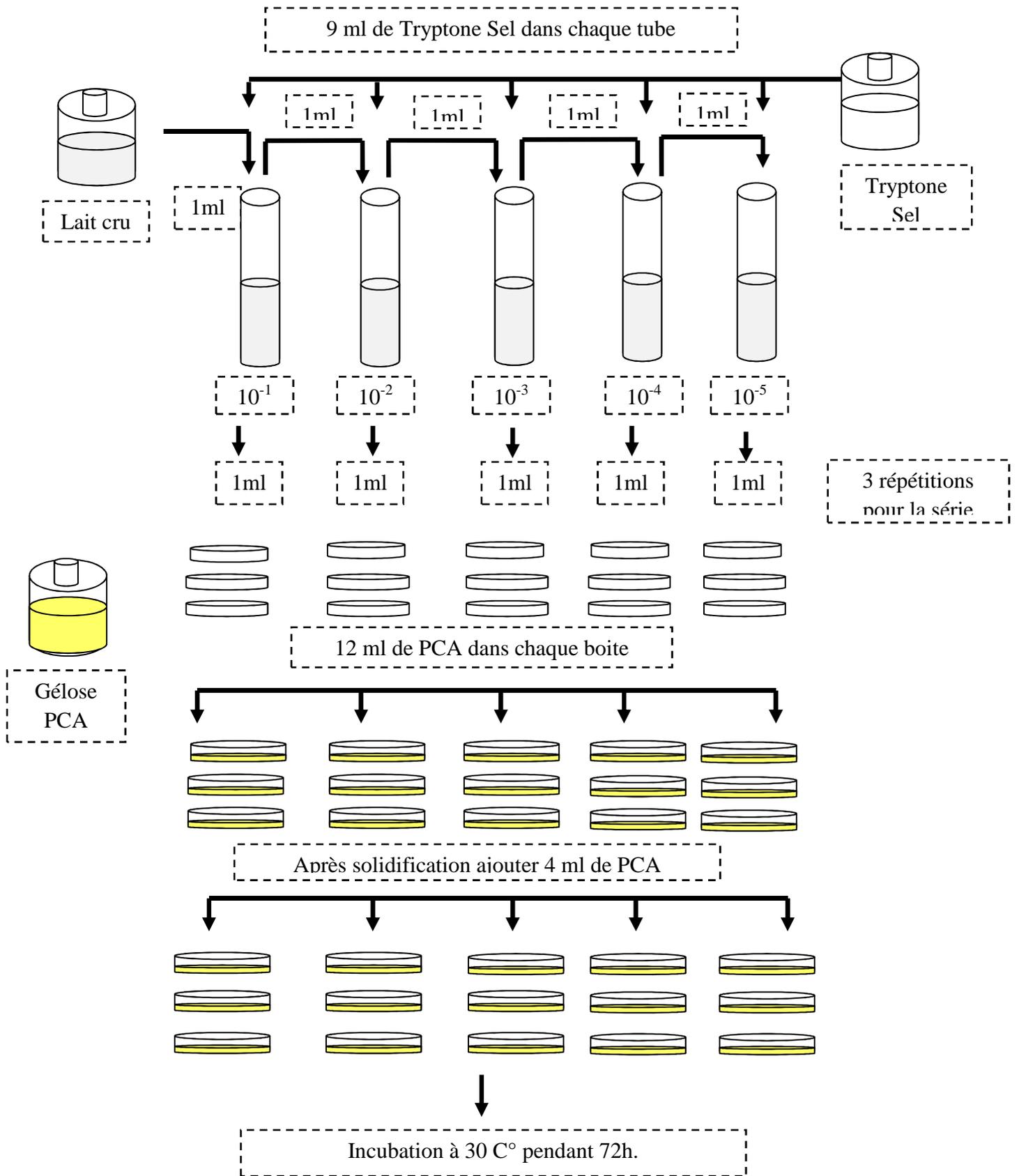


Figure 7 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

4.3 Dénombrement des coliformes (NF V08-051)

Selon la définition **ISO**, les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatives, lactose positif, (**Bourgeois et al., 1996**). En général, ces espèces ne sont pas dangereuses, du point de vue sanitaire, sauf en cas de prolifération extrêmement abondante.

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**

A partir des dilutions décimales préparées de 10^{-1} à 10^{-5} , répartir l'échantillon du lait en double série : la première est réservée à la recherche des coliformes totaux. Tandis que, la deuxième est destinée à la recherche des coliformes fécaux. (fig 8) Comme suite :

- Transférer 1 ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri stérile, ajouter 12 ml du VRBL fondu et refroidi à 45°C.
- Faire des mouvements rotatifs et de va-et-vient en forme de (8) pour bien mélanger la gélose et l'inoculum.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse, puis ajouter 4 ml du VRBL.
- Incuber à 37°C durant, 24 à 48 h pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes thermotolérants (**Audigier et al., 1990**).
- Cette opération est effectuée en triplet.

○ **Lecture**

Les colonies des coliformes se présentent sous forme de colonies rouges foncés de 0.5mm de diamètre (**Petransxiene et Lapied, 1981**).

○ **Expression des résultats**

- Le comptage des colonies se fait à l'aide d'un compteur colonies.
- Compter les boîtes sur 2 dilutions successives.
- Le comptage des colonies se fait sur les boîtes qui ont un nombre compris entre 15 et 150 colonies.

- Le nombre d'UFC/ml est calculé comme suite :

$$N = \frac{\Sigma C}{V} (n_1 + 0.1n_2) d$$

où

Σc : somme totale des colonies comptées.

V : volume de l'inoculum

n_1 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n_2 : nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

D : le facteur de dilution à partir du quel les premiers comptages ont été obtenus

Si, une seule boîte est comptable :

$$N = c/d$$

c : nombre de colonies comptées

d : le facteur de dilution à partir du quel les premiers comptages ont été obtenus.

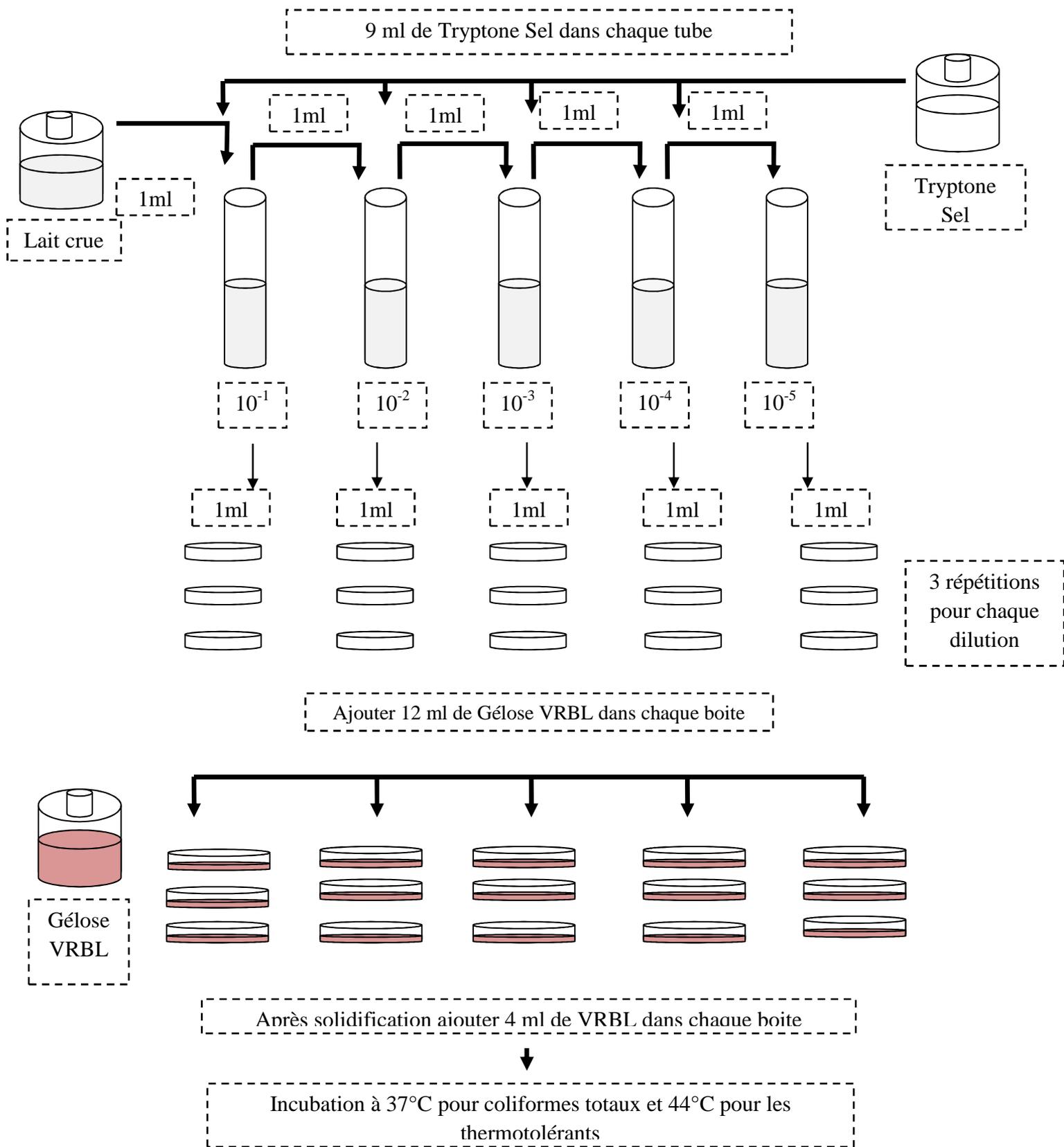


Figure 8 : Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

4.4 Recherche et dénombrement des Staphylocoques dorés (NF V 08-0571)

Les Staphylocoques dorés appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives (**Bourgeois *et al.*, 1996**).

o **Mode opératoire**

Le dénombrement est effectué sur milieu Chapman par étalement en surface.

- Transférer 0.1 ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri stérile contenant le milieu gélosé Chapman.
- Après inoculation, les boîtes sont placées dans l'étuve à 37°C durant 24h à 48h.

La technique de dénombrement du *Staphylococcus aureus* est détaillée dans la figure 9.

o **Lecture**

Le *Staphylococcus aureus* se cultive facilement sur milieu solide, il forme des colonies de taille moyenne, lisse, brillantes, pigmentes en jaune.

o **Recherche de la coagulase libre**

- A l'aide d'un fil stérile, on prélève quelques colonies sélectionnées de chaque qu'on ensemence dans 10 ml de bouillon cœur –cervelle (BCC). Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 heures.
- Prélever ensuite, 0.1ml de la culture précédente et l'additionné à 0.3ml du plasma de lapin et puis incubé à 37°C, examiner après 2 à 6h et à 24h.

On considère que la réaction est positive quand le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initialement occupé par le liquide.

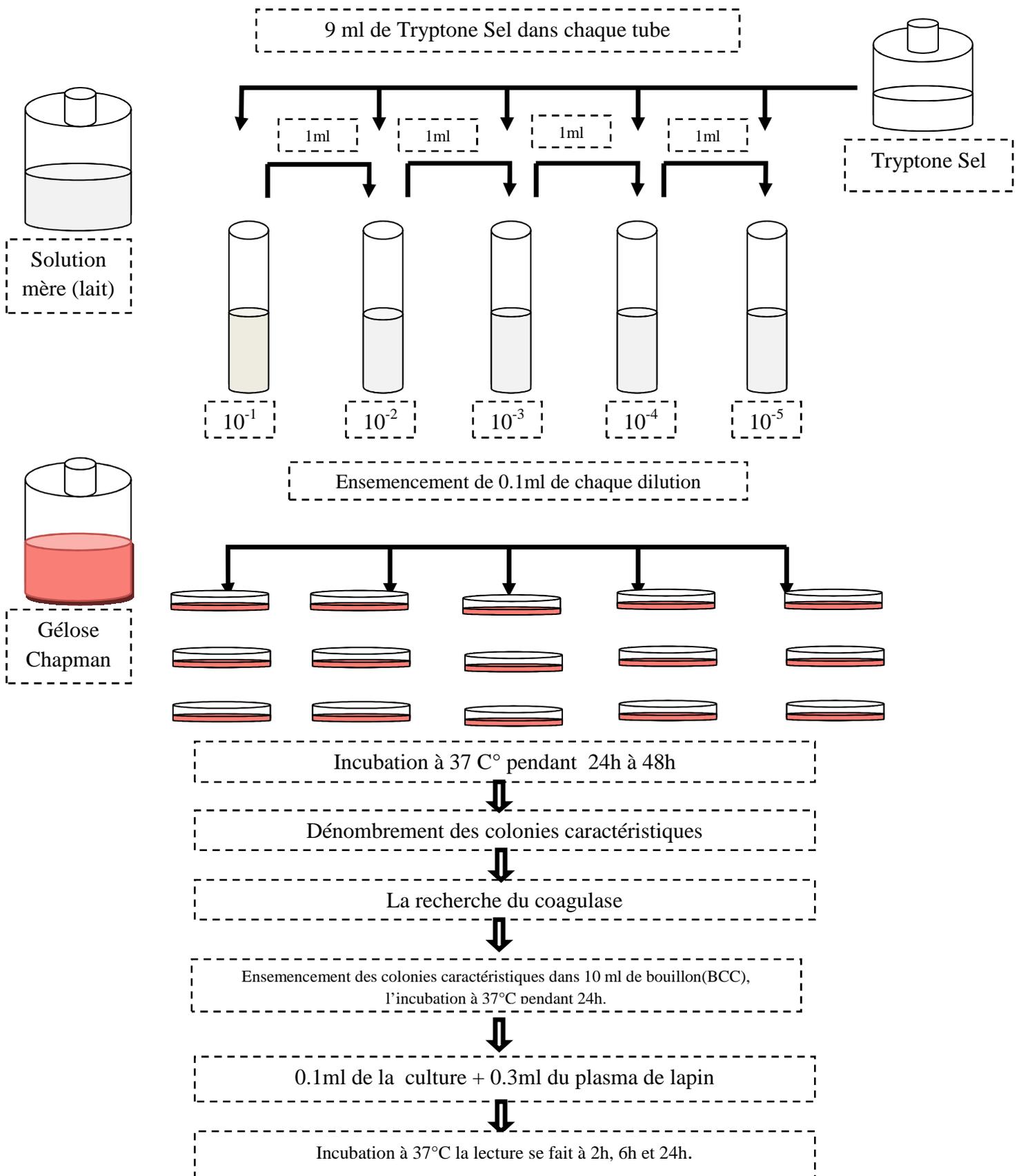


Figure 9 : Recherche et dénombrement des Staphylocoques.

4.5 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765 : 1996) et (ISO7899-1)

Les streptocoques sont des cocci Gram⁺ souvent disposés en chainettes. (Eprlbon et Maccy, 2009). Ils se caractérisent par leur appartenance au groupe sérologique D de LANCEFIELD.

Dans le lait et les produits laitiers, les streptocoques du groupe D sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable). Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir : test de présomption, et test de confirmation.

La technique de dénombrement des streptocoques fécaux est détaillée dans la figure 10.

a. Test de présomption

o Mode opératoire

- Introduire dans une série de 3 tubes pour chaque dilution le milieu sélectif Rothe S/C.
- A partir des dilutions décimales préparées de 10^{-5} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois correspondants à la dilution donnée. Bien mélanger l'inoculum dans le milieu.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.

o Lecture

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble. Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

b. Test de confirmation

o Mode opératoire

- Chaque tube de Rothe positif fera l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée sur tube contenant le milieu Eva Lytski.
- Bien mélanger l'inoculum dans le milieu.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois un trouble et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

- **Expression des résultats**

Le calcul du nombre de streptocoques par millilitre du lait cru analysé s'effectue selon les prescriptions de la table de MAC GRADY (annexe n° 03), en tenant compte des tubes EVA positifs.

Matériel et méthodes

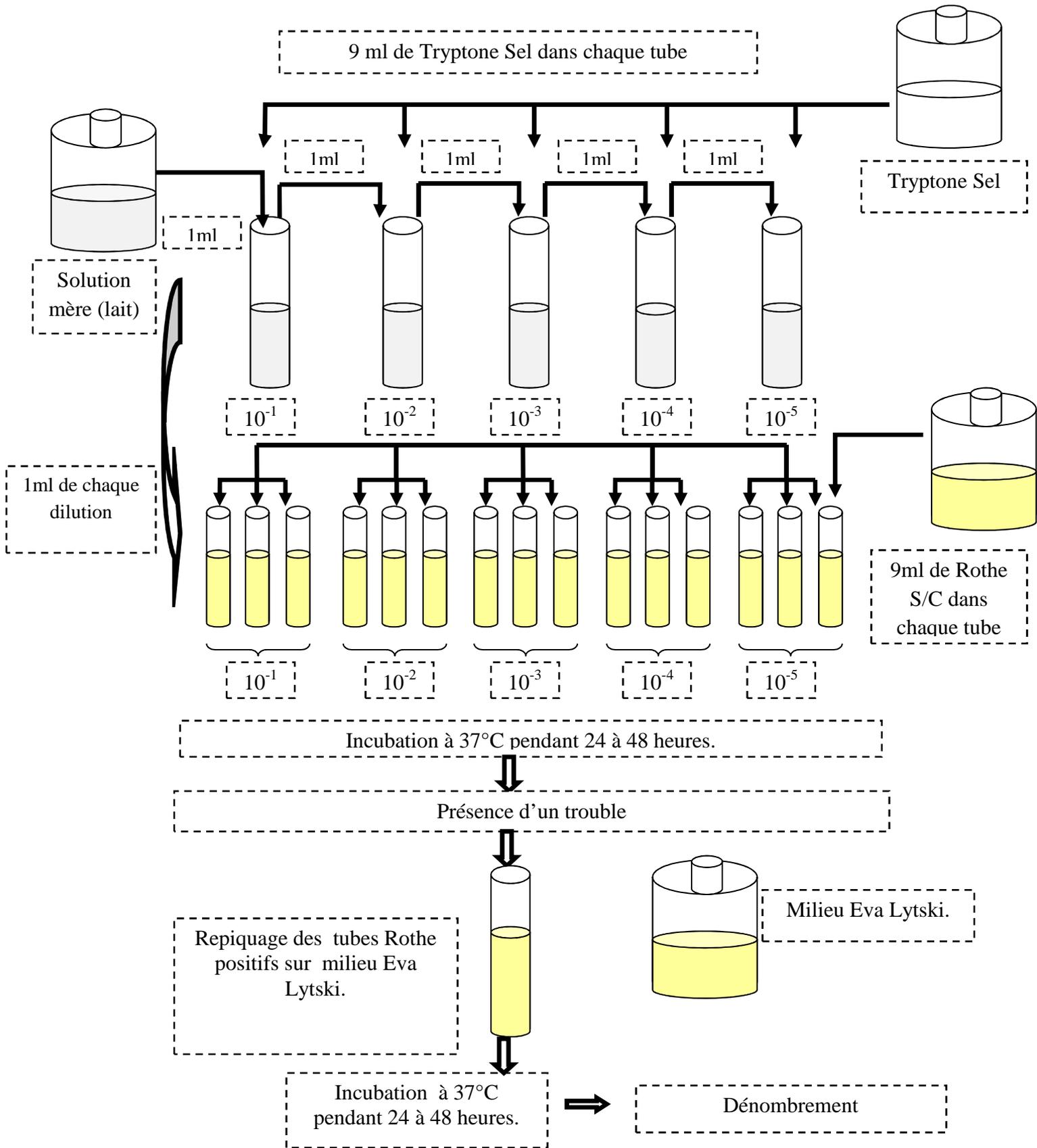


Figure 10: Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

4.6 Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfitoréducteurs (NF V 08-019)

Les anaérobies sulfitoréducteurs sont des bactéries anaérobies strictes, de forme bacillaire à Gram +, catalase négative, mobiles, sporulés, appartenant à la famille des Bacillaceae, hôte habituel du tube digestif de l'homme, réduisent les sulfites en sulfures. Responsables d'intoxication alimentaires (**Joffin 1999**).

○ **Mode opératoire**

• **Préparation du milieu**

- Fondre le milieu VF (Viande de Foie) puis, rajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfate de sodium, bien homogénéiser, puis étuver à 45°C pour éviter la solidification de la gélose VF (fig 11).

• **Choc thermique**

- Les dilutions préparées de 10^{-1} à 10^{-5} sont introduites dans un bain Mari réglé à 80 °C pendant 10 min ;
- Refroidir brutalement les dilutions sous l'eau de robinet, afin de garder détruire les formes végétatives.
- Par la suite, prélever 1 ml de chaque dilution et l'introduire dans des tubes stériles.
- Ajouter 15 ml de la gélose VF.
- Laisser sur la paillasse pendant 30 min.
- Etuver à 46°C pendant 16 h, 24 h et 48h

3 répétitions pour chaque dilution sont effectuées.

○ **Lecture**

Les colonies des Anaérobies Sulfito– Réducteurs apparaissent des colonies en halo noir, couleur du sulfure de fer résultant de la réduction des sulfites selon la réaction suivante :



Matériel et méthodes

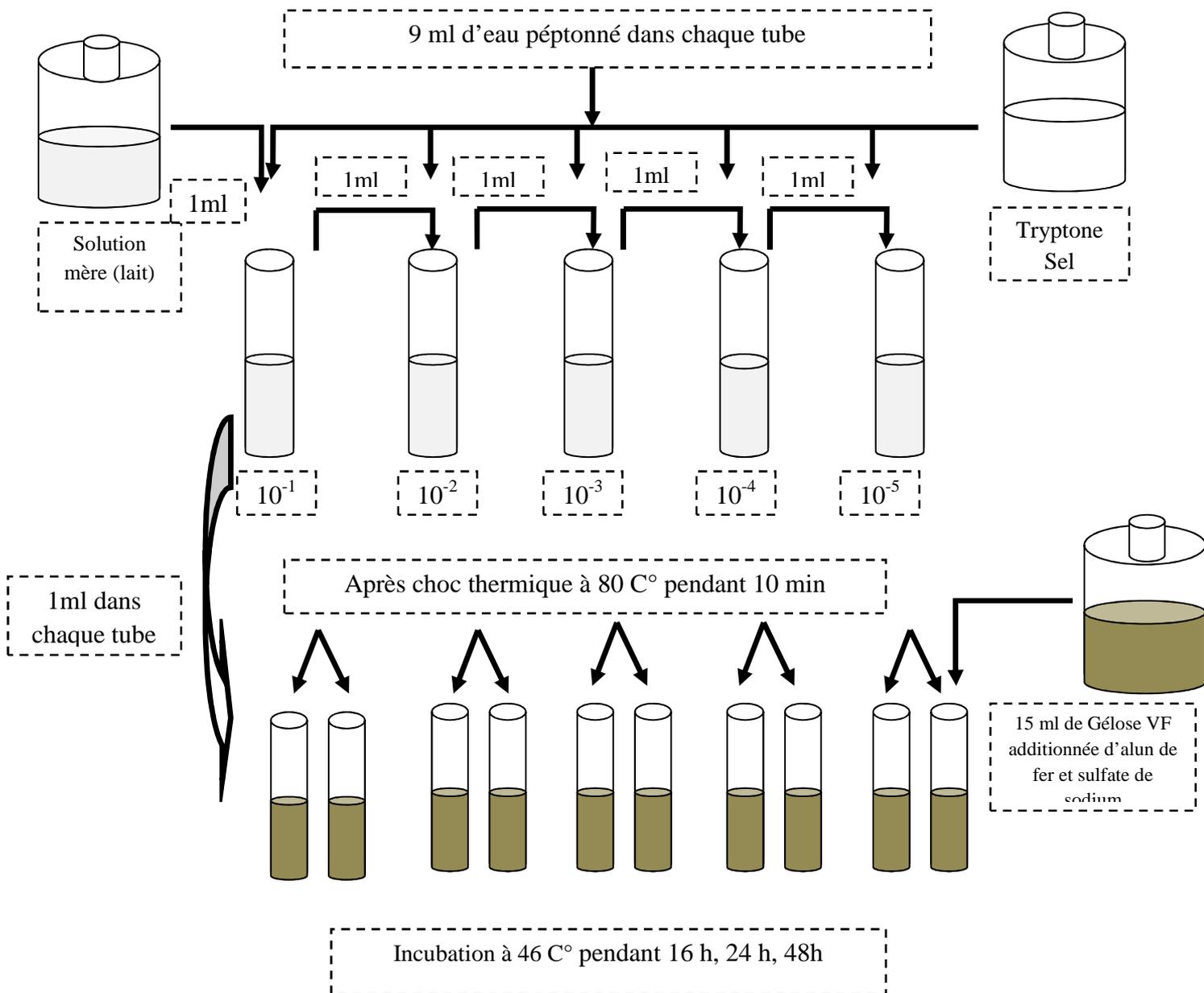


Figure 11 : Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs

4.7 Recherche et dénombrement de Salmonella (NF V 08-052)

Les salmonelles sont des entérobactéries, bacilles à Gram négatif, mobiles, anaérobies facultatif à forte contagiosité et mobiles grâce à une ciliature péritriche, Ce sont des bactéries pathogènes provoquant des gastro-entérites (**Anonyme, 2009**).

Du fait de leur rareté et de l'endommagement des cellules, il s'applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré-enrichissement sur eau peptonnée tamponnée puis un enrichissement des cellules sur bouillon de sélénite de sodium cystine. Un isolement est effectué par la suite sur divers milieux gélosés sélectifs. La dernière phase est celle de l'identification des salmonelles isolées sur galeries Api 20E (**Minor et Richard, 1993**).

○ **Mode opératoire**

- **Pré-enrichissement** : 0.1ml de la suspension mère (lait) est introduite dans 9 ml d'eau peptonnée, puis incubé à 37°C pendant 18h.
- **Enrichissement** : Introduire 2 ml du liquide pré-enrichi dans 20 ml de bouillon sélénite. Incuber durant 24 heures à 37°C
- **Isolement sur gélose SS** : étaler 0,1 ml de la solution enrichie à la surface de la boîte de Pétri contenant le milieu SS coulé préalablement. Ensuite, incubé à 37°C pendant 24h.

3 répétitions sont effectuées pour chaque dilution (fig 12).

○ **Lecture**

Les salmonelles apparaissent incolores et transparentes à centre noir. S'il y'a présence de colonies caractéristiques poursuivre, l'identification par Api 20 E après purification des colonies.

Les salmonelles sont ONPG (-), VP (-), LDC(-), caractérisées par l'absence d'uréase et d'indole, gaz(+), sulfure d'hydrogène(+).

o Expression des résultats

S'exprimer par la présence ou l'absence des salmonelles.

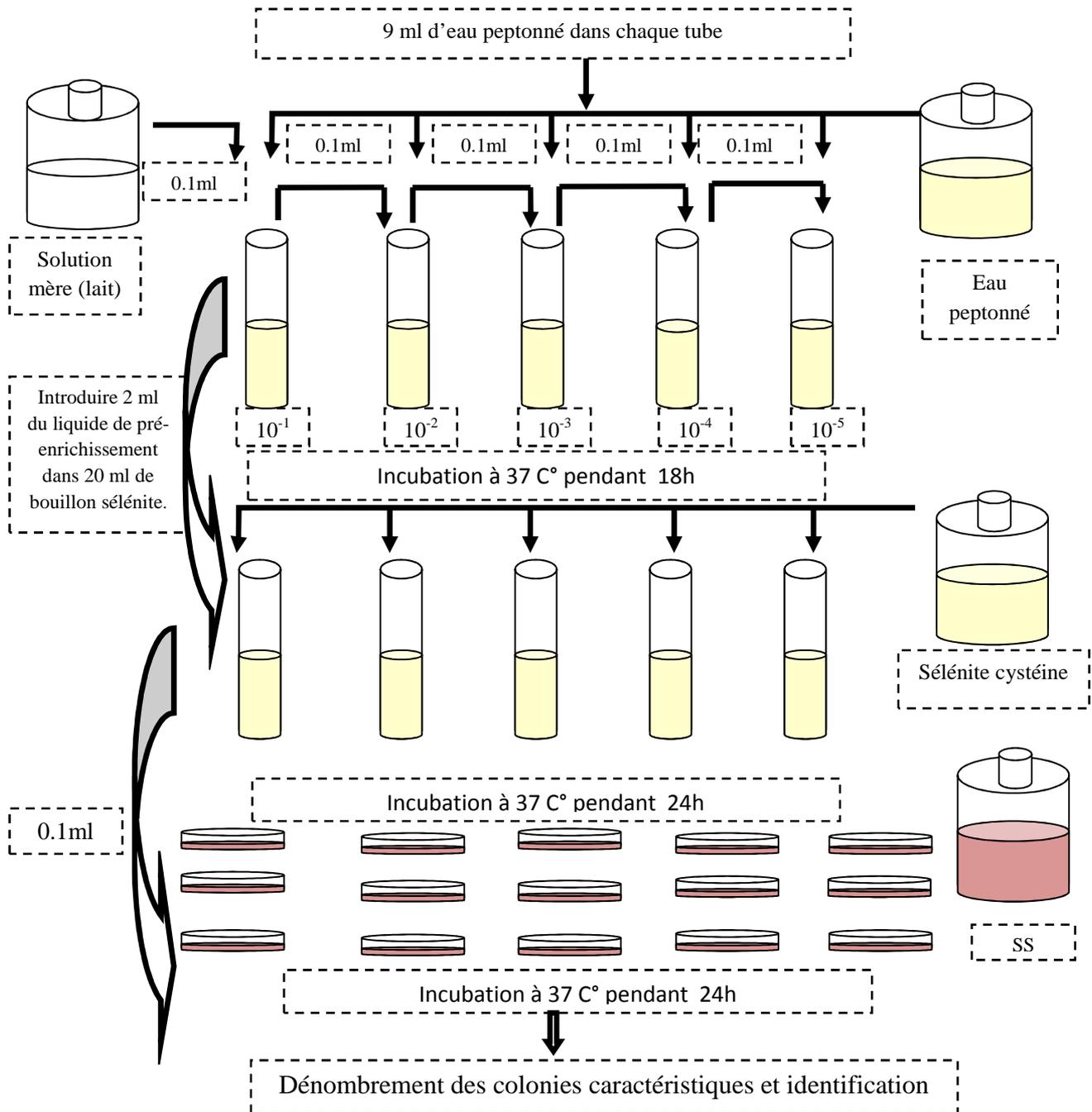


Figure 12 : Recherche des salmonelles.

Résultat et discussion

1. Analyses physicochimique

1.1 Acidité titrable

Les résultats de l'acidité Dornic de 70 échantillons de laits analysés sont présentés dans la figure 13. Les valeurs de ce paramètre obtenues se situent entre 16 et 22.33 °D. Globalement, ces valeurs dépassent la norme AFNOR (1985) fixée entre 16 et 18°D.

L'étude réalisée par **Aggad *et al.*, (2009)**, a donné lieu à des acidités titrables des laits du même ordre de grandeur. Selon ces mêmes auteurs, 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. De plus, **Pougheon (2001)** rapporte que la présence des bactéries, comme la flore acidifiante mésophile (adaptée au métabolisme du lactose car elle possède la β -galactosidase, et réalisant la fermentation lactique) entraîne l'élévation de l'acidité Dornic.

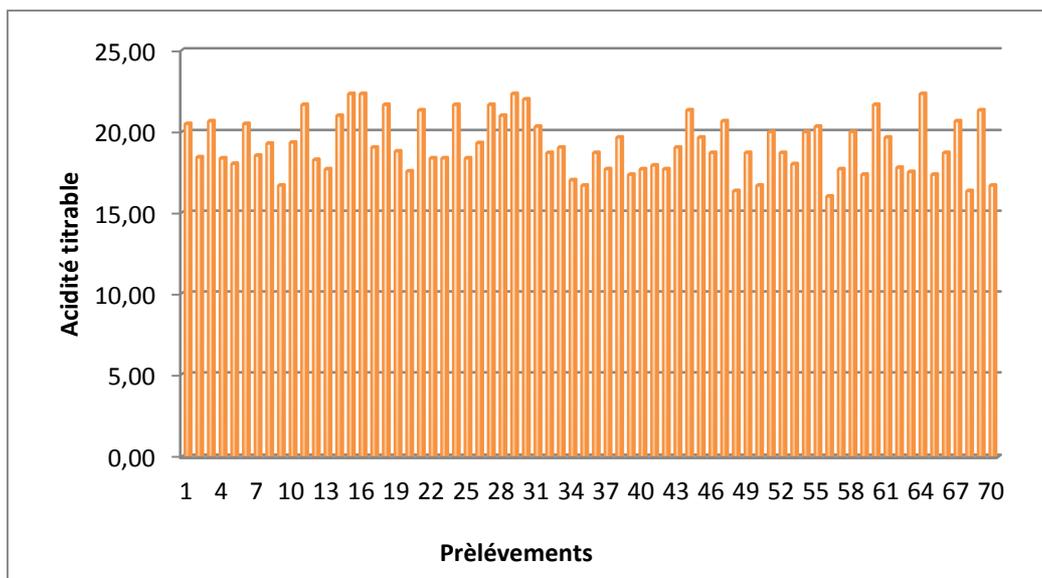


Figure 13 : Variation de l'acidité titrable des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.2. Densité

Le graphique ci-dessous montre la densité des laits crus de vache collectés. Les mesures enregistrées varient de 1,010 à 1,041 avec une moyenne de 1,030. Ces valeurs diffèrent des valeurs préconisées par l'AFNOR (1.030-1.033). Ces variations de densités dépendent de : la richesse du lait en matière sèche, l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (**Mathieu, 1998**). Elles sont aussi inversement proportionnelles aux taux de la matière grasse. (fig.14).

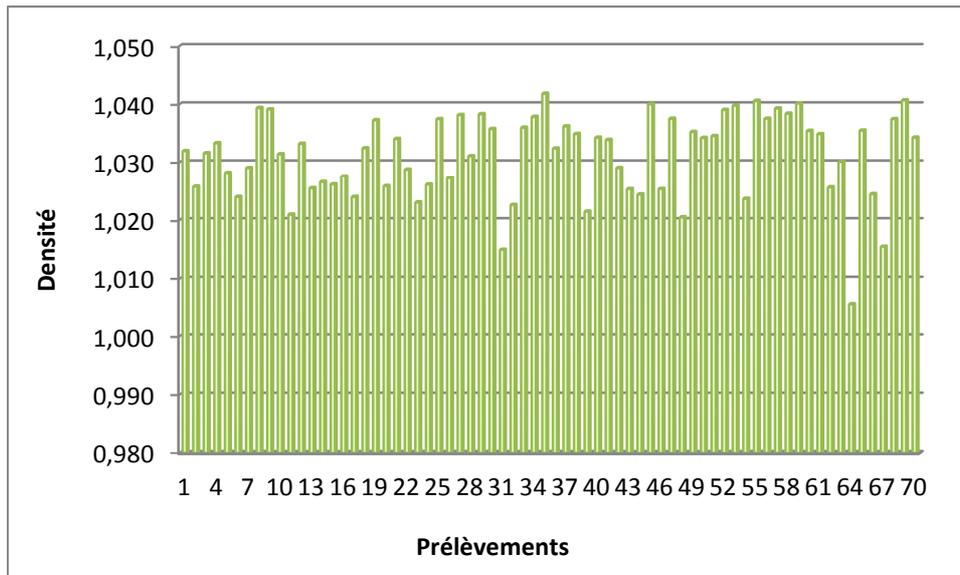


Figure 14 : Variation de la densité des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.3. Matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse est de 45.2g/l. Les variations liées à ce paramètre dépassent la norme **AFNOR** (34 et 36) (fig.15). Ces résultats sont presque inférieurs à ceux de **Jeness (1970)** qui a relevé une valeur moyenne de l'ordre de 52.6 g/l. Tandis que, **Fernane (2017)** enregistre des valeurs inférieures à 30 g/l. D'après **Lederer (1983)**, un lait de très bonne qualité contient 40g/l de matière grasse.

Une richesse en matière grasse peut être due à la race bovine exploitée, et à des conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés), la traite (**Luquet, 1985**).

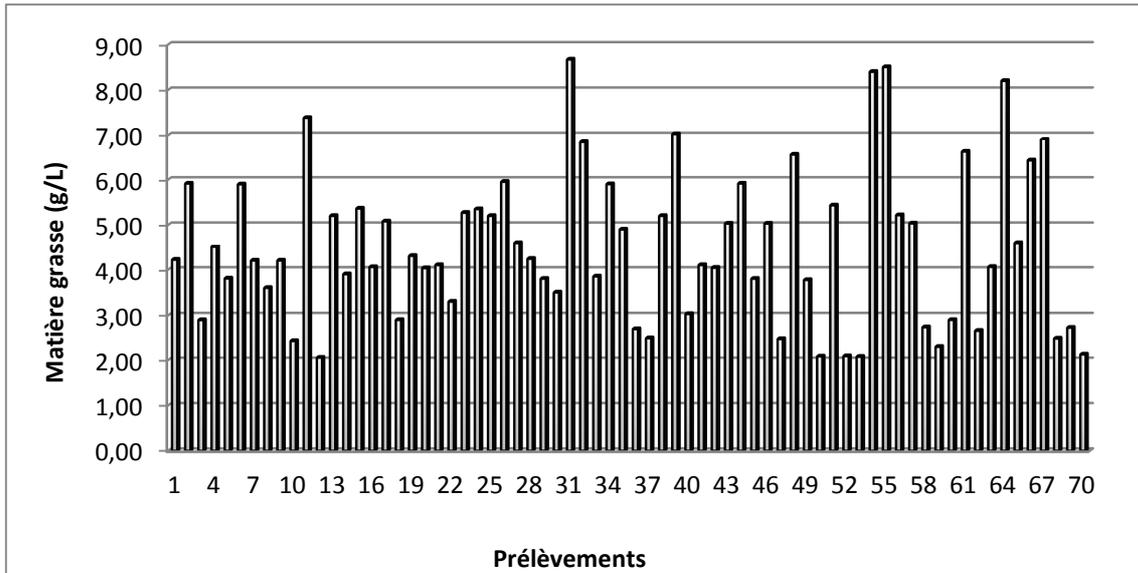


Figure 15 : Variation de la teneur en matière grasse des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.4. pH

Les valeurs du pH des échantillons analysés sont comprises 5.68 et 7.69 (fig.16). La valeur moyenne étant de l'ordre de 7.01. Selon la norme AFNOR (1986), un pH de lait cru doit avoir des valeurs entre 6.7 et 6.8. Ceci permet de dire que le pH de la majorité des relevés est non conforme à la norme. De même l'étude de **Imran et al., (2008)** relève des pH non conformes.

Selon **Amariglio (1986)**, à la traite, le pH du lait est compris entre 6,6 et 6,8 et reste longtemps à ce niveau. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (ex : mammites). Par ailleurs, l'acidité du lait peut être la résultante de la poussée microbienne et son activité métabolique, et dépend aussi de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions et des conditions hygiéniques.

Araba (2006) rajoute que les valeurs de pH, peuvent être modifiées considérablement par les infections microbiennes; les formes aiguës vers l'acidification et les formes chroniques vers l'alcalinisation.

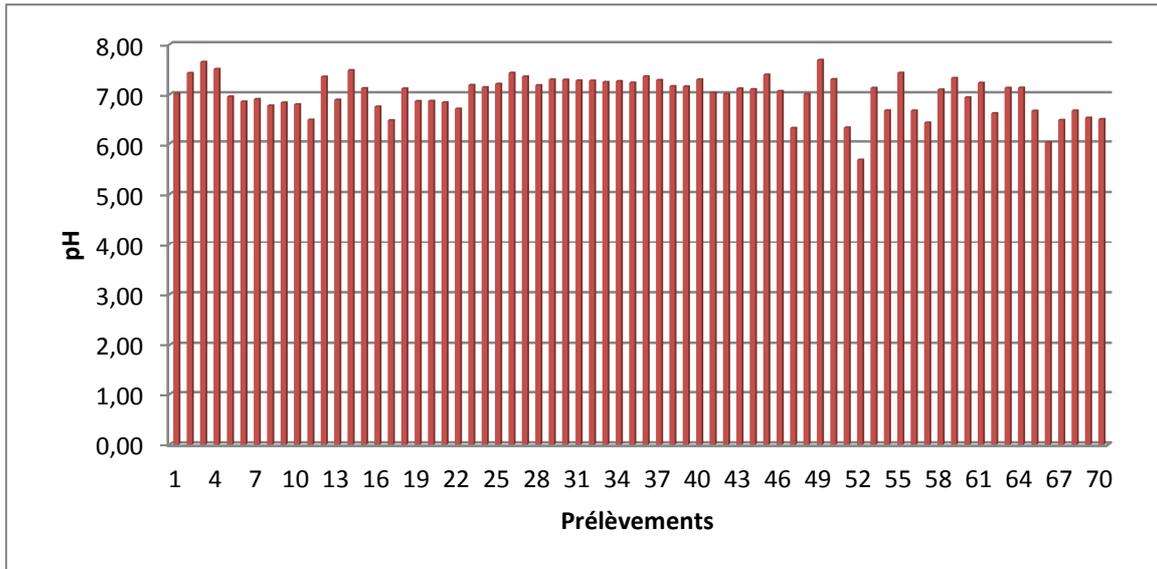


Figure 16 : Variation du pH des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.5. Point de congélation

Les données enregistrées sont présentées dans la figure 17. On observe que ce paramètre varie entre $-0,20$ et $-0,80^{\circ}\text{C}$, avec une moyenne de $-0,57$. En se basant sur la réglementation algérienne (1998) fixée entre $(-0,520$ et $-0,510^{\circ}\text{C})$, on considère que les valeurs relevées sont non conformes aux normes.

D'après **Henzen (2010)**, le point de congélation peut augmenter en cas de sous nutrition, ou après une forte absorption d'eau par l'animal, il peut également diminuer pendant la lactation ou avec l'âge de la vache.

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

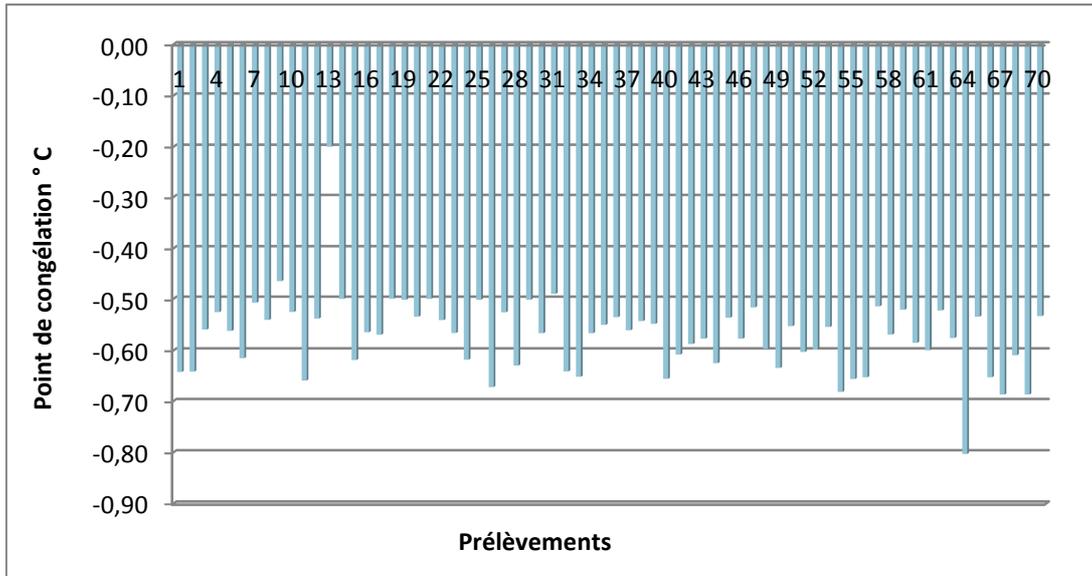


Figure 17 : Variation du point de congélation des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.6. Mouillage

Eu égard à la norme **NT 14-141-2004** relative aux spécifications du lait cru cité par **Promet (2008)**, il ressort que sur la totalité des prélèvements, le taux de mouillage est non conforme uniquement pour 9 échantillons (seuil d'acceptation 0%). (fig.18).

De point de vue qualité, le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments nutritifs du lait et par conséquent, une diminution de la matière sèche.

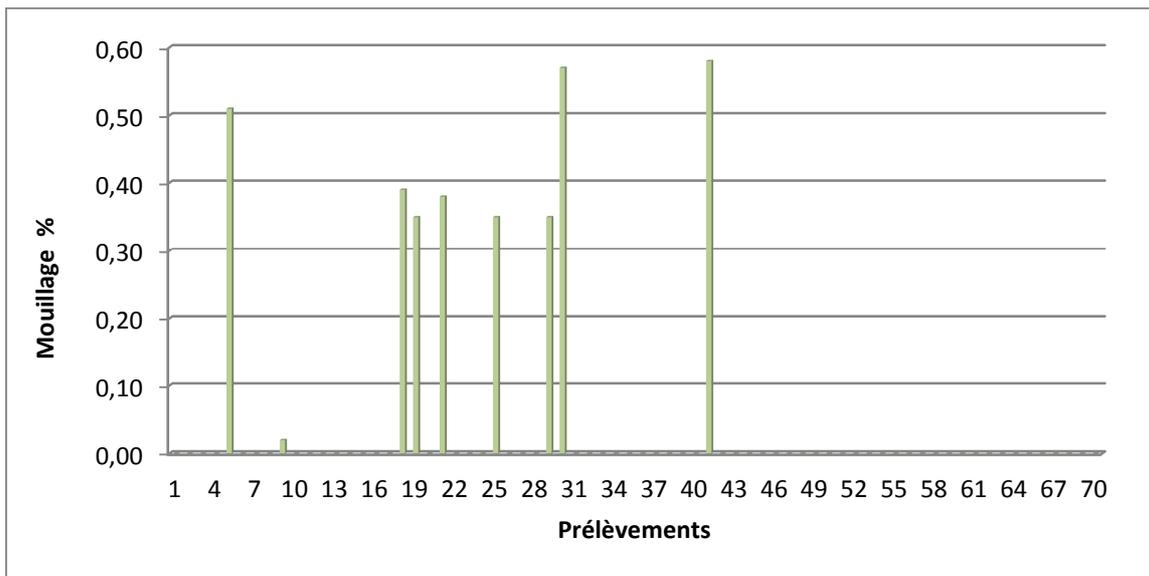


Figure 18: Variation du taux de mouillage des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.7. Conductivité

La figure ci-dessous présente la variation de la conductivité des laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma (fig.19).

On constate que les valeurs de la conductivité sont dans l'intervalle de 4.20 et 7.23. Ces relevés diffèrent légèrement de ceux de **Benhamed (2014)** qui enregistre des valeurs comprises entre 4.4 -6.5.

Les variations relatives à ce paramètre peuvent dues aux mammites. Ces dernières peuvent endommagés les cellules épithéliales, qui constituent la couche externe de la glande mammaire. Les dommages ainsi causés augmentent la quantité d'ions, notamment les ions sodium et les ions chlorure, qui sont libérés a l'intérieur de la glande mammaire. Ces ions peuvent modifiés le potentiel électrique du lait secrété.

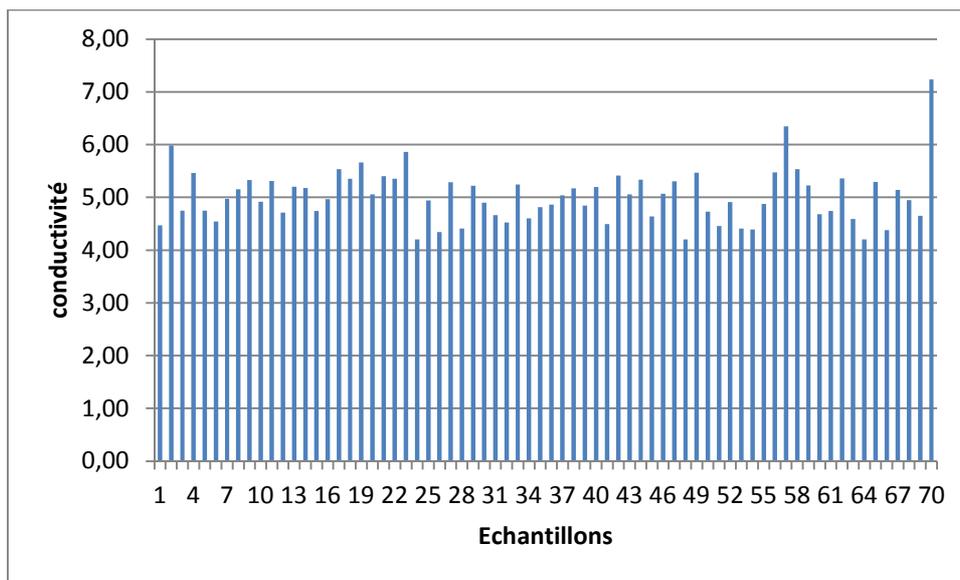


Figure 19 : Variation de la conductivité des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.8. Extrait sec dégraissé

Les résultats obtenus sont démontrées par la figure 20. La teneur moyenne de l'extrait sec dégraissé est de l'ordre de 8.59%, selon **Boudjneh (2007)** la teneur normale en ESD d'un lait présente un taux de 10.9%. Cependant, nos relevés sont inférieurs à la norme ce qui explique la richesse des laits en matière grasse. D'après **Coubronne et al., (1980)**, les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé.

Plusieurs auteurs montrent également que la variation de la teneur en extrait sec dégraissé est due à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (Khaskhaliet *al.*, 2005). du stade de lactation (Bengoumi *et al.*, 1994 ; Khaskhaliet *al.*, 2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du nombre de vêlage (Yagil, 1982 ; Khaskhali *et al.*, 2005).

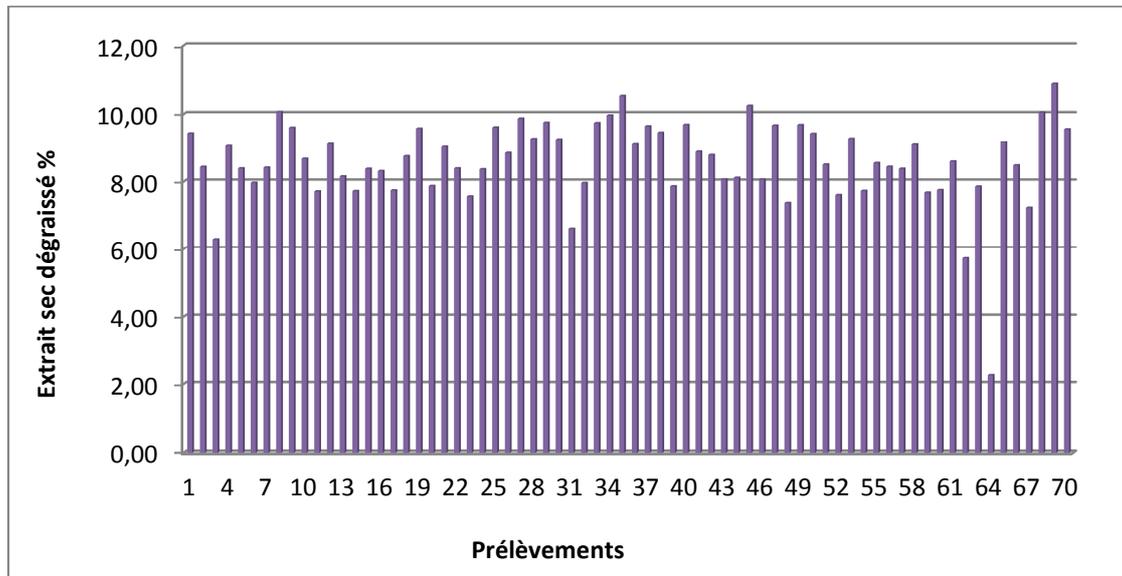


Figure 20 : Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

1.9. Température

La variation de la température des laits est illustrée dans la figure 21. Les valeurs s'échelonnent entre 16 et 22,3 °C.

A sa sortie de la mamelle, le lait à une température de 37°C, l'abaissement progressive de ce paramètre est expliquée à la fois par la proximité des lieux de collecte du laboratoire de l'université et à l'analyse des échantillons dans les brefs délais.

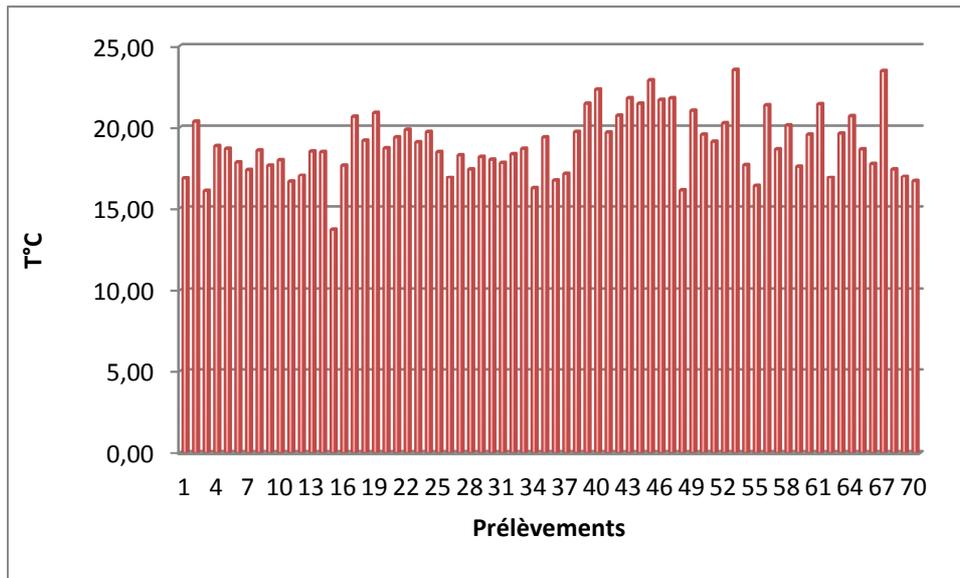


Figure 21 : Variation de la température des laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.10. Lactose

D'après les résultats obtenus (fig.22), la valeur moyenne des taux du lactose (5.01%) est conforme à la norme (4 % – 5%) (Mathieu, 1998), Cette observation est en accord avec les résultats l'étude de (Hadohum, 2017) qui montre des taux de même grandeur (4.39% et 6.51 %). En effet, le lactose est le principal sucre présent dans le lait et le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides, et est également le substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus*). Ces bactéries se caractérisent par leur aptitude à fermenter le lactose avec production d'acide lactique (Labioui *et al.*, 2009). De plus, le plus important facteur de variation est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose.

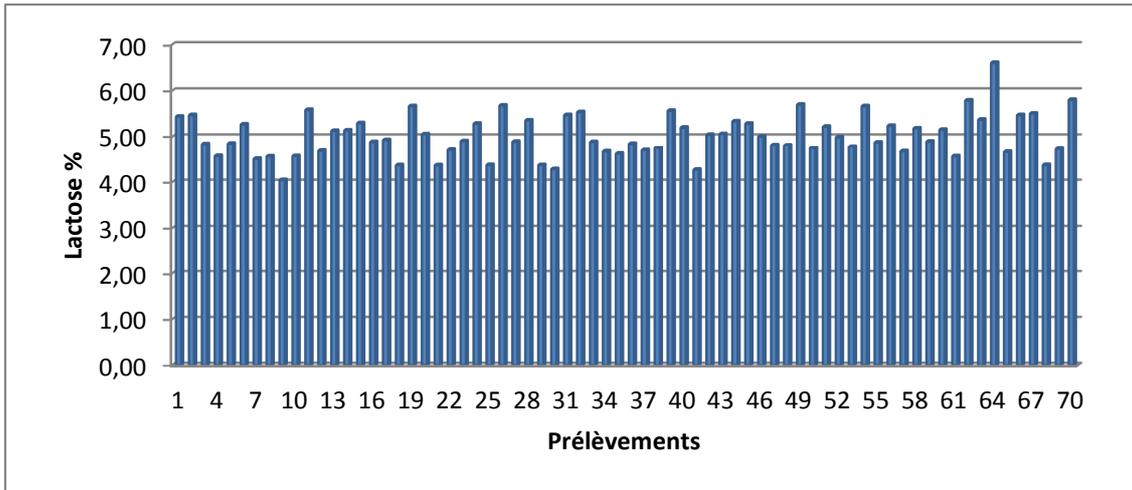


Figure 22 : Variation des taux de lactose dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.11. Taux de protéine

La figure ci-dessous (fig. 23) présente les valeurs du taux de protéines mesurés dans les différents échantillons collectés. Les résultats montrent que plus de la moitié des relevés sont conformes avec les normes du DDA dont l'intervalle est compris entre 2.8-3.6%.

Ce taux protéique est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, il conditionne la valeur lait, plus le TP est élevé plus le lait est payé cher au producteur. Par ailleurs, la concentration des protéines varie selon la saison, le stade de lactation et le nombre de mises en bas (Jeantet *et al.*, 2007), Elle varie aussi selon la race, la génétique et l'alimentation des vaches (Courtet, 2010).

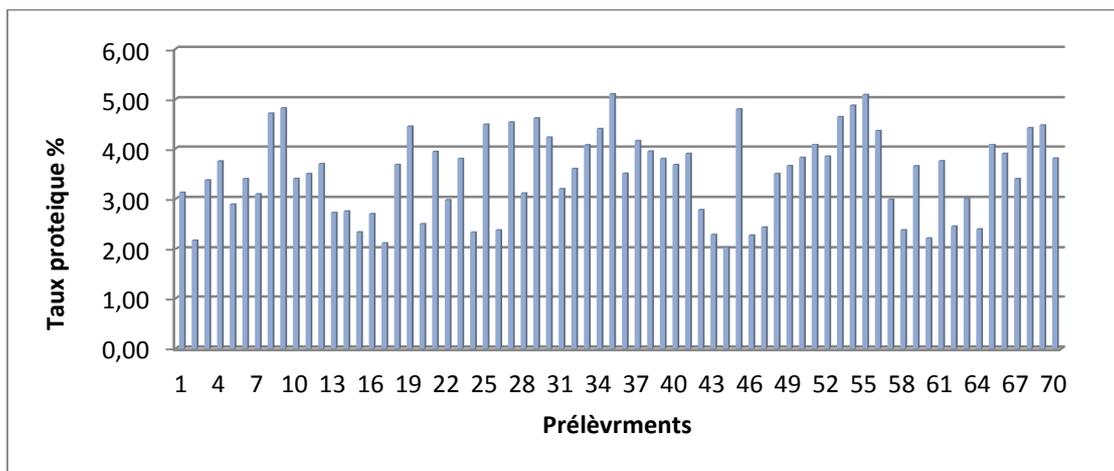


Figure 23 : Variation des taux protéique dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

1.12. Sels minéraux

La présentation graphique ci-dessous montre le taux des sels rencontrés dans les prélèvements du lait. On note des taux qui varient de 0.52 à 0.88%. Ces derniers dépendent de l'espèce, et du moment de lactation. Figure 24

D'après **Yagi (1985)**. Le taux de sels minéraux varie dans de large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire, il est de ce faite, plus faible dans le lait des aliments déshydratés.

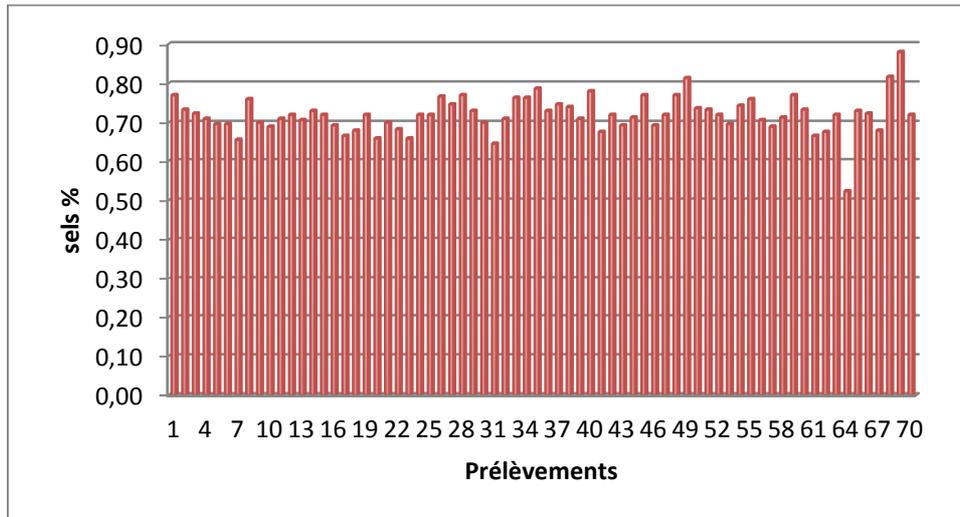


Figure 24 : Variation des taux protéique dans les laits crus de vache collectés de la Wilaya de Guelma 2019.

2. Analyses bactériologiques

Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du lait et des pratiques d'hygiène. Les résultats obtenus ont permis d'évaluer les contaminations cumulées de la production jusqu'au stockage en cuve du lait cru.

2.1. Flore mésophile aérobie total

La flore totale aérobie mésophile renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru, c'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. En effet, l'analyse de cette flore dans les échantillons du lait cru collectés montre une charge bactérienne très importante qui varie entre un minima de 8.7×10^6 et un maxima de $1,4 \times 10^7$ UFC/ml) (fig.25). Devant ces résultats, on considère que la qualité de ces laits analysés dépasse les seuils d'acceptabilités adaptés par la réglementation algérienne (**Jora, 1998**) qui sont de l'ordre de 10^5 UFC/ml. Ces dénombrements sont également supérieurs aux charges maximales tolérées par les deux réglementations françaises et américaines qui sont respectivement de 5×10^5 UFC/ml et 3×10^5 UFC/ml (**Alais, 1984**).

Nos résultats corroborent avec le travail de **Labioui et al., (2009)** qui montre une charge moyenne d'FMAT égale à $6,38.10^6$ UFC/ml. De même l'étude d'**Ameur et al., (2011)**, montre que le lait cru collecté en Algérie présente généralement un taux de contamination microbienne très élevé compris entre 10^6 et 10^7 UFC/ml.

Selon **Faye et Loiseau (2002)**, le lait cru est produit par un animal sain, dont la traite effectuée dans de bonnes conditions d'hygiènes, donne normalement un lait peu contaminé contenant une flore globale de 10^3 à 10^5 UFC/ml. Cependant, le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectués les manipulations à savoir l'état de l'animal et particulièrement de la mamelle, du niveau de contamination (étable, local de traite) et des trayons (**Stoll, 2002**).

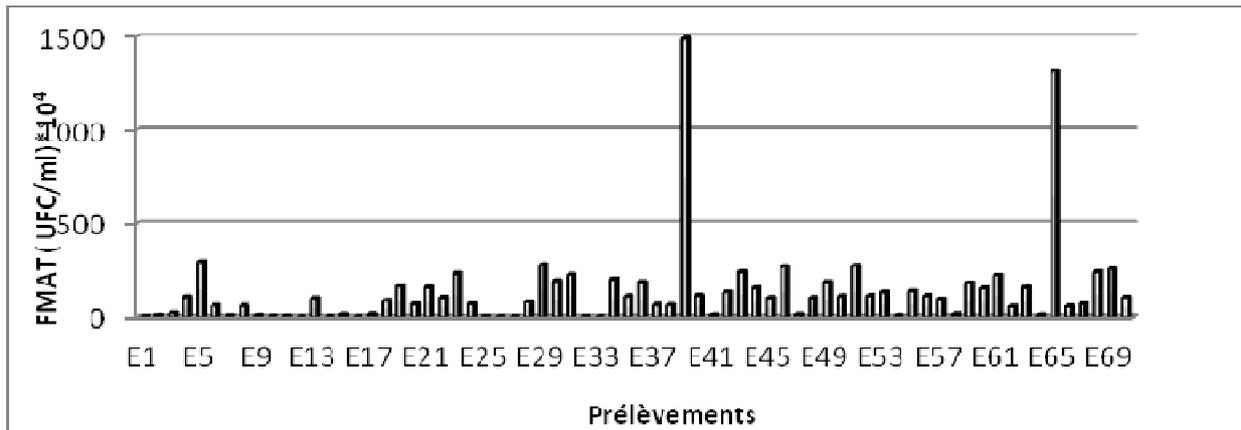


Figure 25 : Variation de la charge d'FMAT dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

2.2. Coliformes totaux

Les Coliformes restent les meilleurs indicateurs de la qualité sanitaire d'un lait (**Giraud et Rosec, 2004**). Ainsi, lorsque leurs niveaux sont élevés, les coliformes causent des empoisonnements alimentaires (**Joffin et Joffin 1999**).

Les résultats enregistrés montrent une densité moyenne de coliformes totaux égale à $2,8 \times 10^6$ UFC/ml. Des valeurs élevées dépassant 10^6 UFC/ml sont toutefois relevées dans les échantillons 19, 51 et 55 (fig.26). Nos dénombrements sont importants qu'à ceux de **Bachtarzi (2012)** qui relève une charge moyenne de 2×10^4 UFC/ml.

D'après **Magnusson et al., (2007)**, les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et la prévalence de mammites, dans ce cas, augmente, suggérant une contamination plus importante des trayons et du lait. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tels que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite. **Larpent, (1990)** rajoute que la présence des coliformes totaux n'est pas obligatoirement une indication directe d'une contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

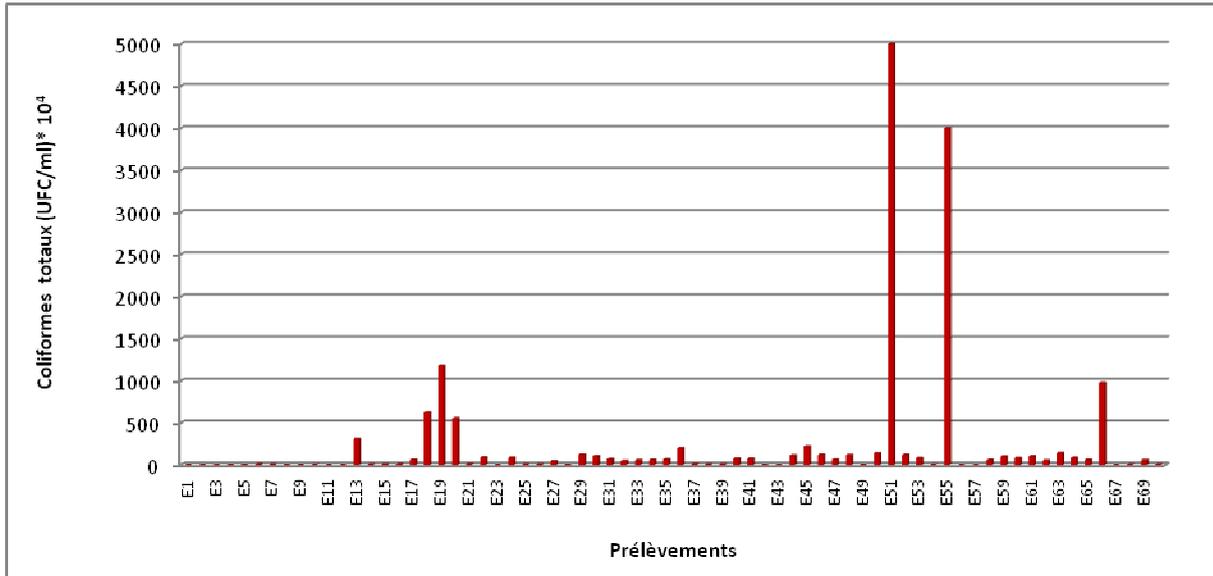


Figure 26 : Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

2.3. Coliformes fécaux

Le graphique ci-dessous montre que la charge des coliformes fécaux dans les laits collectés varie d'un échantillon à un autre, dont la valeur moyenne est de l'ordre de 1.7×10^5 UFC/ml. On remarque ainsi que sur l'ensemble des échantillons collectés excepté du (1, 2, 7, 25 et 27) (fig.27) le nombre des coliformes fécaux est supérieur à la norme préconisée par le **Jora (1998)** qui égale à 10^3 UFC/ml.

Nos résultats ne concordent pas avec les études de **Belarbi (2015)** et **Mansour (2015)** qui enregistrent des densités respectives équivalentes à 1.5×10^3 et 2.6×10^4 UFC/ml.

En effet, la présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, car ces bactéries vivent principalement dans les intestins et survivent difficilement dans le milieu externe (**Joffin, 1999**). Leur présence alors, dans le lait ne peut être expliquée que par un mauvais état des vaches laitières, une négligence de simples gestes d'hygiène tel un lavage minutieux du pis avant et après la traite.

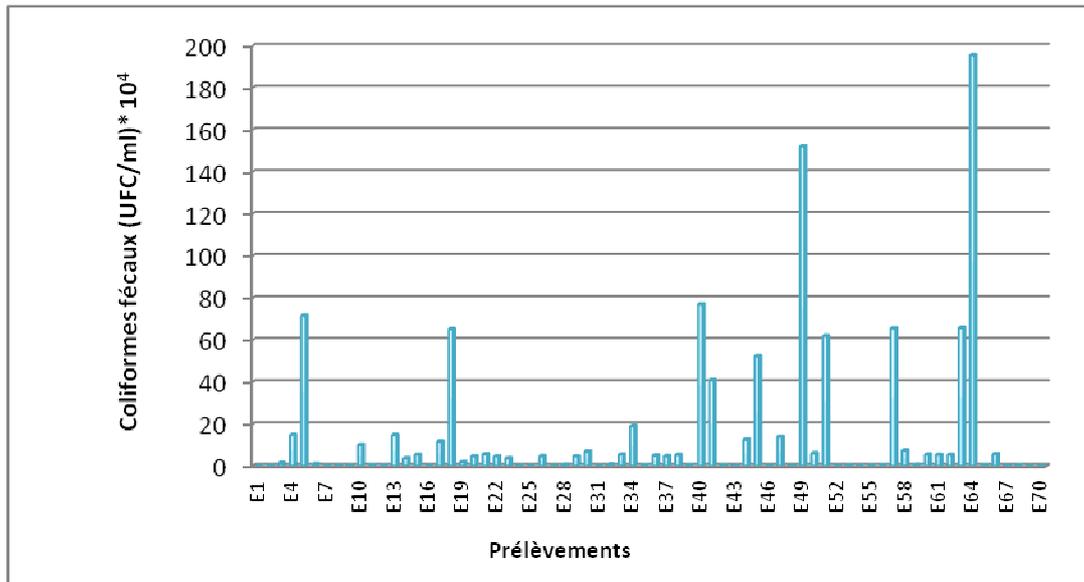


Figure 27 : Variation de la charge des coliformes fécaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019

2.4. Clostridies

Les données relatives à ces micro-organismes montrent que sur la totalité des laits prélevés, la présence de *Clostridium sulfitoréducteurs* avec des densités cellulaires non conformes à la norme du JORA (50 UFC/ml) n'est signalée que dans 11 échantillons (fig.28). La contamination du lait par les spores butyriques provient principalement d'un transfert de matières solides, des poussières contenant du fumier et du sol (Scheldeman et al, 2005; Vissers et al, 2006). Selon Lebres (2002), les clostridies sont capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène ne sont pas respectées.

Nos résultats ne corroborent pas avec les travaux de Mansour, Belarbi (2015) ; Melahi et Benhila (2017) qui notent une absence totale de clostridies.

En Algérie, la prévalence des Clostridiiums sulfito-réducteurs dans le lait cru bovin est de 20.51% (Hakim et al., 2012) et 28 % dans le lait ovin (Yabrir et al., 2013).

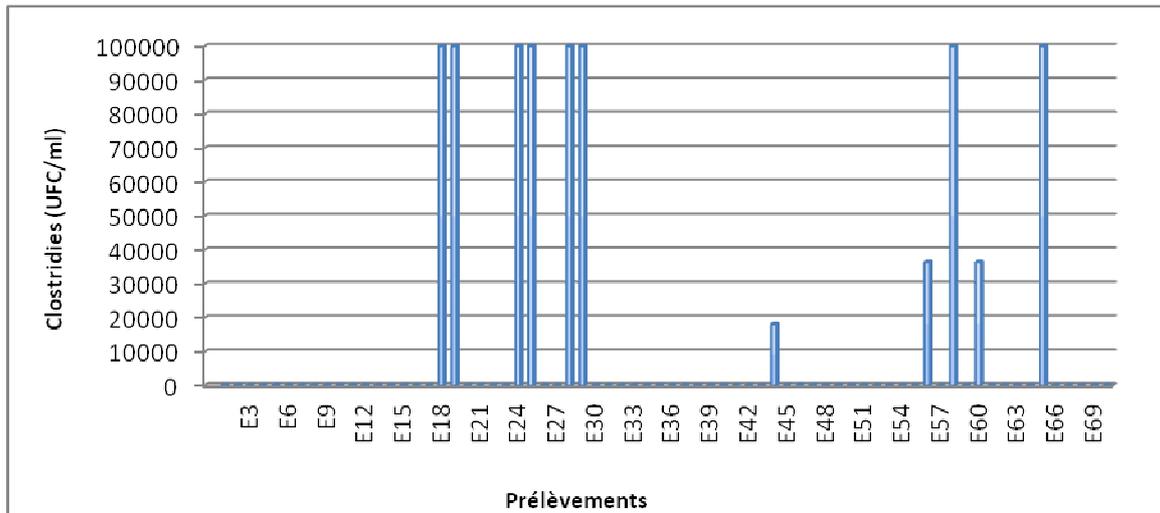


Figure 28 : Variation de la charge des clostridies dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019

2.5. Salmonelles

La recherche des salmonelles dans les 70 prélèvements du lait de vache cru indiquent leurs absences dans la totalité, à l'exception de l'échantillon 65 dont on relève une densité égale à 2.6×10^4 UFC/ml (fig.29). Toutefois, l'absence des salmonelles signalée concorde avec les travaux de **Maroc et Ndiaye (1991)** ; **Srairi et Hamama (2006)**. **Affif et al., (2008)** montrent que l'isolement des salmonelles à partir du lait cru est difficile à mettre en évidence. En revanche, leur présence indique que la qualité du lait est non satisfaisante en comparaison avec le **JORA (1998)**. 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.

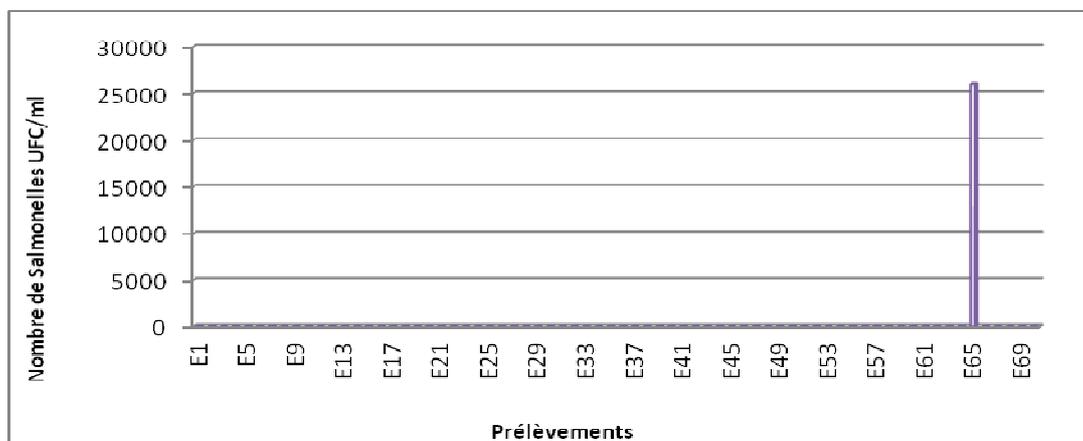


Figure 29: Variation de la charge des salmonelles dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

2.6. *Staphylococcus aureus*

D'après le JORA (1998) ce germe pathogène ne doit pas être présent dans le lait cru. Seule le 1/3 des prélèvements répond à cette norme. Pour le reste, la présence de cette bactérie est signalée avec une charge qui varie de 0.2×10^2 à 6×10^5 UFC/ml (fig.30). Les travaux de **Agad et al., (2009)** ; **Benhedane (2012)** montrent également des résultats non conformes aux normes. En effet, **Booth et Dodd (2000)**; **Thieulon (2005)**, expliquent que les staphylocoques dorés sont des bactéries pathogènes majeures causant des infections mammaires.

Les mammites étant difficiles à éradiquer, elles représentent la principale source de contamination des laits crus par *S. aureus*. L'excrétion de ce germe dans le lait de quartier varie de 0 à 10^4 - 10^5 bactéries/ml en cas de mammite subclinique et jusqu'à 10^8 bactéries/ml en cas de mammite clinique (**Asperger, 1994** ; **Heuchel 2002**). Dans le cas de mammites, les staphylocoques sont les plus fréquemment isolés (**Saidi et al., 2010**).

En Algérie, l'incidence de ce germe dans les mammites bovines est de 30% (**Boufaïda et al., 2012**). Cependant, la contamination du lait peut aussi survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés, ou même par l'environnement (**Brisabois, 1997**).

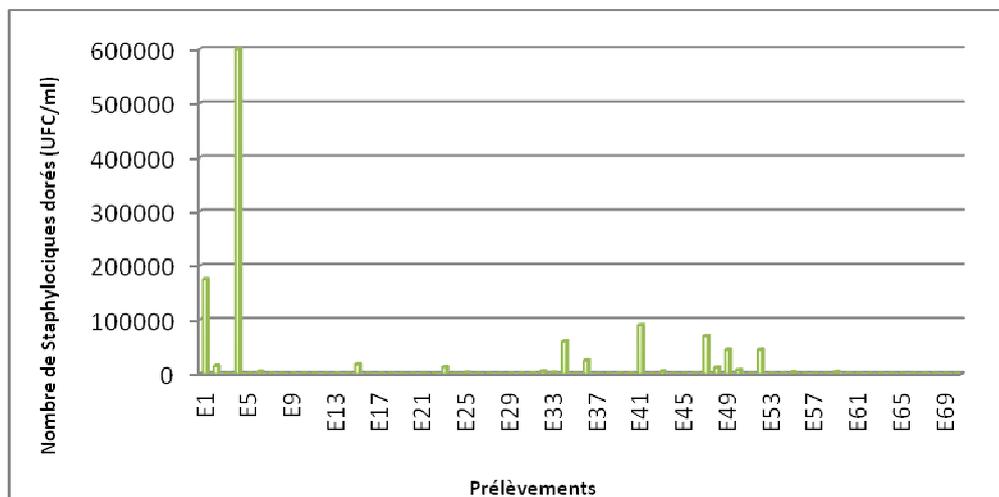


Figure 30 : Variation de la charge des staphylocoques dorés dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

2.7. Streptocoque

Le dénombrement de ces bactéries par méthode du NPP, montre leur présence dans les 70 échantillons collectés avec une charge qui varie entre 0.1×10^2 et 5×10^4 bactéries /ml (fig.31). Dans 0,1 ml de lait cru la norme algérienne **JORA (1998)** préconise une absence totale de streptocoques fécaux, ce qui indique que nos échantillons sont de qualité non satisfaisante.

Les travaux de **Labioui et al., (2009)** ; **Ghazi et al., (2012)**, signalent également la présence de ces germes dans le lait de vache cru, mais avec des charges moindre que les notre. **Guiraud (1998)**, rapporte que la présence des streptocoques est due à un manque d'hygiène (mains sales, utilisation d'eau pollué pour le nettoyage et le rinçage) et sont impliqués dans les intoxications alimentaires.

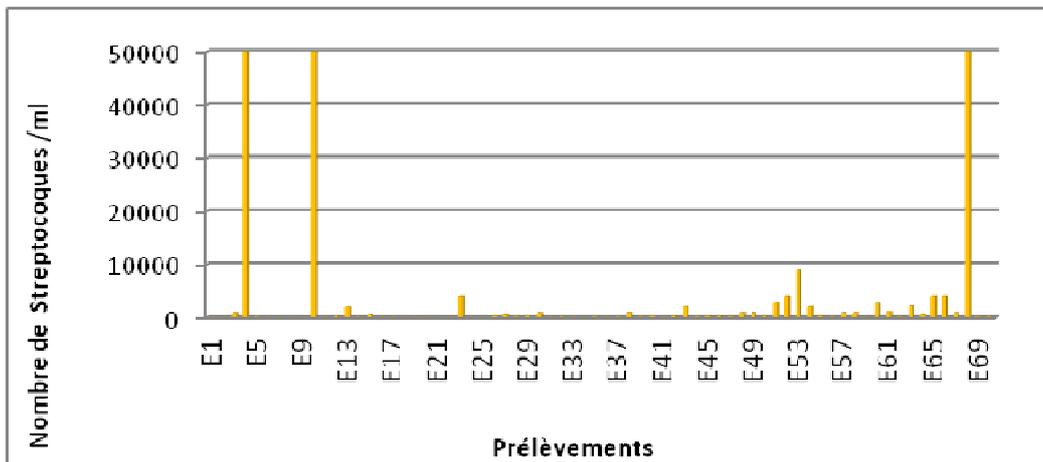


Figure 31 : Variation de la charge des streptocoques fécaux dans les laits crus de vache collectés de la wilaya de Guelma 2019.

Conclusion et perspectives

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, Il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge.

Le principe de contrôle de la qualité du lait cru des vaches s'est basé sur la comparaison des données physico-chimiques et bactériologiques avec les normes, afin de juger l'acceptation ou le refus d'un lait.

Les résultats issus de l'analyse des échantillons du lait cru de vaches permettent de conclure que sur :

- Le plan physico-chimique, la non-conformité aux normes préconisées est relevée pour les paramètres : acidité Dornic, pH, point de congélation. Tandis que, pour le reste des données elles sont de variation normale dépendante de plusieurs facteurs tels que : la race, le moment de lactation, l'apport alimentaire, la saison, l'environnement et l'état de santé des vaches.

En matière de pratique, on peut dire que probablement l'alimentation des animaux ne répond pas à un plan rigoureux, dominée par une ration de base de mauvaise qualité.

- Le plan bactériologique, la situation paraît plus préoccupante devant :
 - une charge importante de la flore totale dépassant les seuils d'acceptabilités adaptés par la réglementation algérienne ;
 - une densité élevée des coliformes et streptocoques fécaux ;
 - une présence de germes pathogènes.

Ces résultats attirent l'attention envers le non respect des règles d'hygiène, et par conséquent un lait de mauvaise qualité. Cependant, une demande de modernisation d'élevage et une formation des éleveurs semble nécessaire afin de préserver ce produit noble et fortement périssable.

En perspectives, il serait judicieux de :

- Faire un échantillonnage sur un nombre plus élevé de fermes d'élevages.
- Suivre la production laitière au cours des quatre saisons.
- Faire des analyses sur l'alimentation des vaches laitières.

- Etudier des échantillons de races différentes.
- Elargir le secteur d'échantillonnage sur différentes régions climatiques.
- Contrôler l'impact des résidus d'antibiotiques, de pesticides et métaux lourds sur l'animal producteur du lait et sur son produit.
- Elargir la gamme de micro-organismes recherchés dans le lait (virus, levures, moisissures et protozoaires).

Et afin d'améliorer la production laitière, il serait souhaitable de respecter :

- Les conditions de la traite ;
- La réfrigération sur place ;
- L'hygiène des locaux et l'alimentation des animaux.

Références bibliographiques

Références

A

- **Abdeldjalil M.C. (2005).** Suivi sanitaire et zootechnique au niveau d'élevages de vaches laitières. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Département des sciences vétérinaires. Université de Constantine. 223 p.
- **Afif A, Faid M. et Najimi M., (2008).** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Institute agronomique et vétérinaires Hassan II, Rabat, Maroc. 127 p
- **Aggad H, Mahouz F, Ahmed Ammar Y. et Kihal M., (2009).** Evaluation de la qualité hygienique du lait dans l'ouest algerien. Revue Med.. 600 p
- **Alais C, Linden G, Mielo L. (2008).** Abrégé en biochimie alimentaire. Paris, Dunod, 260p.
- **Alais C. (1984).** Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition, édition Publicité France. 376p.
- **Althaus, R.L., Torres, A., Montero, A., Balasch, S., & Molina, M.P. (2003).** Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. J. Dairy Sci, 500 p.
- **Amariglio S., (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques .
- **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. 100 p .
- **Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P et simpson R. (2002).** Composition, propriétés physicochimique valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. Carole I, Vignola, science et technologie du lait. Québec, 130 p.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P et Simpson R. (2002).** Composition chimiques.- 3ème éd.- Paris : ITSV. 1030p.
- **Andelot p 1983 :** le contrôle laitier, facteur d'amélioration technique .Rev lait franc 416 .

Références Bibliographique

- **Anonyme, (2009)** : Traite des vaches laitières : Matériel, installation, entretien. 1ereédition France Agricole, institut de l'élevage : 554p.
- **Araba A, (2006)**. L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. Comment augmenter les taux butyreux et protéique du lait. Bulletin mensuel d'information et de la liaison du PNTTA n°142 vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Ministère de l'agriculture, du développement Rural et des pêches maritimes. Maroc129 p..
- **Archibald F, (2000)** : The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? Water Quality Research Journal of Canada, 200 p .

B

- **Bachtarzi N, (2012)**. Magister en Sciences Alimentaires Option : Biotechnologie Alimentaire. Thème « Qualité microbiologique du lait cru destine à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien » Université MENTOURI. Constantine. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires.
- **Bengoumi M, Faye B et Tressol J-C. (1994)**. Composition minéral de lait de chamelle du sud marocain. Acte du colloque : “ Dromadaire et chameaux animaux laitiers ”, 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **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.
- **Beroza M, Bowman MC, (1996)**. Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures. J. assos, off .agric. chem., 49, 70p
- **Bolnot F.H et Quintrard J.C, (2004)**. Observatoire Regionale de Sante d'Ile de France. Guide d'orientation pour la restauration collective. Maison-Alfort (Fr) : observatoire risque et aliments (ORALIM)de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- **Bonfoth B, (2004)** : les ressources de contamination du lait local et les méthodes d'amélioration de sa qualité microbiologique à Bamako (Mali).

Références Bibliographique

- **Bourgeois, C.M, Mescle, J.F., Zucca, J, (1996).** Microbiologie Alimentaire (tome1).2ème édition. Lavoisier, Tec Doc. Paris, 300p.
- **Bouton, Y., Tessier, L., Guyot, P. et Beuvier, E. (2005).** Relations entre les pratiques des producteurs et les niveaux de populations microbiennes des laits à comté *Rencontre Recherche Ruminants*, **12**, 403p.
- **Bouvier C, (1993).** Le lait, la nature et les hommes. Explora, Press Pocket, Paris.
- **Brulé G, Jeantet R, Croguennec T, (2008).** Fondement physicochimique de la technologie laitière. Rennes, Lavoisier, 160p.

C

- **Charron C, (1986) :** les productions laitières Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- **CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles (2011) :** Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.
- **Codex Alimentarius. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. 170p.
- **Codex alimentarius. (2004).** Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers. Cac/rcp. 200p.
- **Codou. L, (1997).** Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrimage. Thèse de doctorat. Université Cheikh Anta Diop. Sénégal. 93p.
- **Coubonne C, (1980).** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vetalfor, Paris.
- **Coulon, J.B., Rock, & Noel, Y, (2003).** Caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers et variation selon leur origine. INRA prod. anim : 278p.
- **Courtet F, (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.128p.
- **Cristian Carip , Marie Salavert Hélène , Armand Tandeau).** microbiologie hygiène et droit alimentaires France.

Références Bibliographique

- **Cuq J L. (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. 100p.

D

- **Debry G. (2001).** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris .566 p.
- **Deforges J., Derens E., Rosset R. et Serrand M. (1999).** Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.
- **Dudouet C., 2004.** La production des bovins allaitants. 2eme édition. Edition France agricole, 383p.
- **Durel L. (2004) :** La dépêche technique Mammmites des bovins (clinique et subcliniques) : démarches diagnostic et thérapeutiques Supplément n°87 à la dépêche vétérinaire du 20 décembre 2003 au 2 janvier 2004.139 p.

E

- **Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J. & Allen M.J. (2000).** *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88p.
- **Elmund GK., MJ Allen et EW Rice. (1999) .** Comparison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water Environ.Res*, 350p.
- **Ericsson Unnerstad H, Lindberg A, Persson Waller K, Ekman T, Artursson K, Nilsson-Ost M & Bengtsson B. (2009).** Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary Microbiology*, 115p .
- **Espie E, King LA, Mazuet C, Popoff MR, Vaillant V et Valk H., (2010).** Le botulisme infantile en France, 1991–2009. Elsevier Masson SAS. All rights reserved.Paris. 129p.

F

- **FAO & WHO, (2007).** Analyse des risques relatifs à la sécurité sanitaire des aliments. Guide a l'usage des autorites nationales responsables de la securite sanitaire des aliments. *Etudes FAO alimentation et nutrition* 87. ISSN 1014-2908, 145p.

Références Bibliographique

- **FAO, 2004.** Guide de bonnes pratiques en élevage laitier. Rome, 32 p.
- **Faye B et Loiseau G, (2002).** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Edition : CIRAD-FAO, Montpellier, France, 60p.
- **Fernane H.** Etude des bactéries thermorésistantes dans le lait. thèse de doctorat. Mascara : Université Mustapha Stambouli, 2017, 147p.
- **Fayer B. et Loiseau G. (2002).** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Actes de l'Atelier International de la Gestion de la Sécurité des Aliments dans les Pays en Développement, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France.
- **Ficher L. (2003) :** contrôler les mammites à *Staphylococcus aureus* Le point INRA Prod. Anim).361p.

J

- **Jean K, Renan M, Famelart MH, Guyomarch F. (2002).** Structure and surface properties of the serum heat-induced protein aggregates isolated from heated skim milk.
- **Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, Brule G, (2007).** Science des aliments : biochimie, microbiologie, procédés, produits. Paris, Lavoisier, 457p.
- **Joffin C et Joffin JN. (1999).** Microbiologie alimentaire. Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d'aquitaine. 5 eme édition.180p
- **JORA C.M. (1998).** Microbiologie Alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments Tome 1. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris, 32 p.
- **Joseph pierre et Jean Rosec, (2004)** pratiques des normes en microbiologie alimentaire AFNOR janvier 2004.

H

- **Hadohum M. M, Hend M. A, Somia S. A, Marowa A. A, Tark M. H, Esam A. E, Fathi M. A. (2017).** Physicochemical Characteristics of Various Milk Samples. PDepartment of Chemistry, Faculty of Science, Sabratha University, Sabratha, Libya.

Références Bibliographique

- **Heuchel V. et Sommellier L. (2003).** Caractérisation microbiologique et aptitudes technologiques des laits ultra-propres. Compte rendu final n°9983118. Institut de l'élevage ENSAIA de Nancy. Institut technique du Gruyère 70p.
- **Hilliard Y. et Lamberet G. (1984).** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Le Lait*, 64p.

G

- **Gaucheron F, (2004)** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier 783p.
- **Ghaoues S, (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Université MENTOURI – Constantine, 474p.
- **Ghazi K. et Niar A. (2011).** Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn – Khaldoun de Tiaret. 268p.
- **Ghazi K, (2012).** Investigation des mammites subcliniques et suivi de la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru de vache dans la région de Tiaret. Thèse de Doctorat. faculté des sciences, département de biologie, Université d'Oran (Senia).
- **Goyon, N. et Badinand, F. (2003).** Qualité de l'eau et qualité du lait, à partir d'une enquête menée dans la Loire. *Rencontre Recherche Ruminants*, 244p.
- **Gripon JC., Desmazeaud MJ., Le Bars D. et Bergère JL. (1975).** Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. *Le Lait* 55. 516p.
- **Guide Européen de bonne pratique d'Hygiène en production laitière.** 2011
- **Guiraud J. et Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p
- **Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris.

Références Bibliographique

K

- **Kabir A.** contraintr de la production laitière en Algerie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constat et perspective). Thèse de doctorat. Oran : Université Ahmed ben bella : 2015,195p.
- **Khaskheli M, Arain M.A, Chaudhry S., Soomroa. H. et Qureshi T.A, (2005).** Physico-chemical quality of camel milk. Journal of Agriculture and Social Sciences 2,166p.
- **Kirat, (2007).** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France).113p.

L

- **Labioui H, Laarousi E, Benzakour A, El Yachioui M, Berny E, et Ouhssine M. (2009).** Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148p.
- **Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G., Maryse L., Julie J.et Ismail F. (2002) :** Microbiologie de lait. Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Montréal.
- **Larpent I.P. (1997).**Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire. Edition :Tec et Doc Lavoisier. Paris.296p.
- **Larpent J P. (1990).** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans Microbiologie alimentaire. (Bourgeois C.M., Mescle J.F.et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. 215p.
- **Larpent JP, (1997).** Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire.470p.
- **le Minor L. et Richard C. (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.

Références Bibliographique

- **Lebres. 2002.** Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut pasteur d'Algérie, 120p.
- **Lederer J., (1983).** Le lait ; Encyclopédie de l'hygiène alimentaire. Tom 2, 2ème édition.
- **Lemire G. (2007) :** Évaluation de la qualité du lait et de la santé du troupeau laitière en régie biologique. Edition l'envol lait biologique. Québec. 140p.
- **Leyral G. et Vierling É. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p.
- **Linden, G. (1987).**Le lait matière première de l'industrie laitière.Ed CIPIL.Paris. 134p.
- **Luquet F M. (1972).** Résidus de pesticides organochlorés dans le lait et les produits laitiers. Bilon 1969-70-71 Rev. Lait.90p
- **Luquet FM, 1985.** Laits 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.

M

- **Madelmont C et Michon G., (1964).** la pollution radioactive du lait consommé dans l'agglomération parisienne. Le lait, 44, 127p.
- **Magnusson M, Christiansson et Svensson B. (2007).** Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk . journal of dairy science. n° 90.200p.
- **Mahieu, H, Le Jaouen JC, Luquet GM et Mouillet L., 1977.** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Le lait, 57, 568p.
- **Marchin S. (2007).** Dynamique de la micelle de caséines : caractérisation structurale. Thèse INRA/ Agrocampus Rennes.
- **Mathieu J. (1998) :** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- **Mathieu J, (1998).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur- Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris.200p

Références Bibliographique

- **Michell M, (2005).** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire/université de Guelph ; Brenda Norris- programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO.

P

- **Pougheon s et Goursaud J, (2001).** Le lait caractéristique physicochimique .
- **Poigheon, S.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait Et ses conséquences en technologie laitière, 2001. Thèse doctorat d'état, université Paul sebatier de Toulouse, France.

R

- **Roudj S., Belkheir K., Zadi Karam H. et Karam N.E. (2009).** Protéolyse et autolyse chez deux lactobacilles isolés de lait camelin du sud ouest algérien. European journal of scientific research. Vol.34 n°2,327p.
- **Roudaut H. et Lefrancq E. (2005).** Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

S

- **Sboui A., Khorchani T., Djegham M., Belhadj O. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. Afrique Science. 304p.
- **Seydi M. (2004) :** Caractéristiques du lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA, 112p.
- **Seyed, M.D., Ebrahim, R. (2012).** Determination of Lead Residue in Raw Cow Milk from, 363p.
- **Slots T., G. Butler, C. Leifert, T. Kristensen, L. H. Skibsted, J. H. (2002).** Nielsen Potentials to differentiate milk composition by different feeding strategies Dairy Sci 2009 92: 2057-2066.
- **Stiles M.E. & Holzapfel W, (1997).** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy *International Journal of Food Microbiology*. 129p.

Références Bibliographique

- **Stool, W. (2002).**Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Ed : station fédérale de la recherche en production animale. Rap actuel. Paris.

T

- **Trijbel-Smeulders M.A.J.M., Adriaanse A.H., Gerards L.J. & Kimoen L.L., (2003).** Strategy to prevent neonatal early-onset group B streptococcal disease in the Netherlands. *Reviews in Medical Microbiology*,337p
- **THAPON J.L. (2005) :** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 77p.

V

- **Vanier P. (2005).** Le lait au fil du temps, usage culinaire, conservation, écologie et environnement. 65p.
- **Varnam AH, et Sutherland P. (2001).** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. 137p.
- **Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3éme édition. Edition la maison rustique, Paris.
- **Vierling E. (1988).** Alimentation et boisson filière et produits biosciences et techniques. Edition : Doin. Paris.
- **Vierling. (2008) :** Aliments et boissons filières et produits. 3éme édition Biosciences et techniques.Paris.pp :100p.
- **Vignola C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada.140p.
- **Vignola C-L., (2002) :** Science et technologie du lait, transformation du lait, Paris, Ecole polytechnique de Montréal, Canada. 600p.

W

- **Waes G. (1973).** Les streptocoques D dans le lait cru réfrigérer. Le lait international dairy journal 558p.

Références Bibliographique

- **Weber, 1985).** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Collection FAO Alimentation et nutrition n°47.
- **Wendmisida V.H. (2013) .** Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal. Thèse de doctorat. Sénégal. Université Cheikh Anta Diop De Dakar. 100p.

Y

- **Yagil R. (1982).** Camels and camel milk. In: Animal production and health paper n° 26. Publication FAO (Food and Agriculture Organization). Rome.
- **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 TiziOuzou.
- **Yi-Cheng Su, Steven C, Ingham. (2000).** Influence of milk centrifugation, brining and ripening conditions in preventing gas formation by *Clostridium* spp. in Gouda cheese. International Journal of Food Microbiology. 159p.

Z

- **Zweifel C., Muehlerr J. E., Ring M. and Stephan R. (2005).**Influence of different factors in milk production on stand and plate count of raw small ruminants bulk-tank milk in Switzerland. *Small Ruminant Research*, 70p.

Normes et textes réglementaires

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

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

J.O.R.A.N°35., 1998. Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Journal Français Officiel du 3 Septembre 1970, NF V 04-207.

Journal Français Officiel du 12 Janvier 1971, NF V 04-213.

[http://www.codex alimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net)

<http://www.joradp.dz> (ROR N°18 du 23/03/2011)

INRA

Annexe 01 : Milieux de cultures

Les milieux de cultures utilisés lors de la présente étude sont :

- **Milieu solide**

- Gélose Chapman
- Gélose Plate Count Agar (PCA).
- Gélose Viande foie (VF).
- Gélose VRBL.
- Gélose Salmonella Shiguella (SS).

- **Milieu liquide**

- Bouillon Cœur Cervele.
- Bouillon Sélénite cystéine.
- Bouillon Rothe simple concentration.
- Tryptone sel.
- Eau peptone.

- **Solution et Réactifs**

- Additive Alun de fer.
- Additif Sulfite de sodium.
- Sérum du lapin.
- Violet de gentiane.
- Lugol.
- Alcool.
- Rose de fuchsine.
- Huile d'immersion.

- **Appareillage et verrerie**

- Autoclave.
- Bain marie.

Balance analytique électrique.

Balance électrique de précision.

Bécher de 150 ml.

Capsule en platine.

Etuve réglables à différentes températures.

Flacon de 250ml en verre et stériles.

Four pasteur.

PH mètre de paillasse.

Pipette graduée stérile

Pipette pasteur stériles.

Tubes à essai.

Lactoscane.

Composition et préparation des milieux de cultures

- **Milieu Chapman**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Extrait de viande de bœuf	1g
Bio-polytone	10g
Chlorure de sodium	05g
D-mannitol	10g
Gélose	15g
Rouge de phénol	0.025g
Eau distillé	1000ml
Dissoudre 111g dans un litre d'eau distillé ; autoclaver : 15min 121°C PH fin=7.4	

- **PCA (Plat Count Agar)**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	05g
Extrait auto lytique de levure	2.5g
Glucose	01g
Agar Agar	15g
Suspendre 23.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à la dissolution totale, autoclaver à 121°C pendant 15 min PH =7	

- **Vf (viande foie)**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Peptone viande foie	30.0g
Glucose	2.0g
Sulfite de sodium	2.5g
Citrate ferrique ammoniacal	0.5g
Agar Agar	11.0g

Dissoudre 48g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à la dissolution totale, autoclaver à 121°C pendant 15 min **PH =7.6**

- **VRBL (Violet cristallisé au Rouge neutre et Bilié Lactose)**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Peptone pepsique de viande	7.0g
Extrait auto lytique de levure	3.0g
Lactose	10.0g
Sels biliaire	1.5g
Chlorure de sodium	5.0g
Cristal violet	30.0mg
Agar Agar	12.0g

Dissoudre 38.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à la dissolution complète, ne pas autoclaver **PH=7.4**

- **SS (Salmonella Shiguella)**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Proteose peptone	05g
Extrait de levure	03g
Extrait de viande	05g
Lactose	10g
Sels biliaires	02g
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 la dissolution complète, autoclaver à 121°C pendant 15 min. **PH=7.2.**

- **Bouillon cœur cerveau**

Composition et préparation

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, autoclaver 15min à 121°C ; **Ph=7,4**

- **Bouillon Rothe simple concentration**

Composition et préparation

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de caséine	20g
Extrait de viande	1.5g
Glucose	04g
Chlorure de sodium	05g
Phosphate di potassique	2.7g
Phosphate mono potassique	2,7g
Azide de sodium	0.2g

dissoudre 36,1g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15 min à 121°C. **PH =6,9**

- **Bouillon sélénite cystéine**

Composition et préparation

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

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

- **Eau peptone tamponné**

Constituants	Quantité en g/l
Peptone pancréatique de viande	10g
Chlorure de sodium	05g
Phosphate di sodique	09g
Phosphate mono potassique	1.5g

Mettre en solution 25g du milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillé, agiter bien jusqu'à dissolution complète sans chauffage, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

Table de Mac Grady

3 tubes par dilution					
Nombre caractéristiques	Nombre de cellules	Nombre caractéristiques	Nombre de cellules	Nombre caractéristiques	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	0.5
101	0.7	212	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

This work is part of the research activity carried out within the ARIMNet2-BOVISOL (Coordination of Agricultural Research in the Mediterranean).

EC FP7 project N°618127; www.arimnet2.net)-BOVISOL (Breeding and management practices of indigenous bovine breeds: Solutions towards a sustainable future) project funded by the Algerian Ministry of Higher Education and Scientific Research.