

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité/Option : Production et Technologie Laitières
Département : Écologie et Génie de l'Environnement (EGE)

Évaluation physico-chimique, bactériologique et toxicologique du lait cru de vache : cas de la région de Guelma

Présenté par :

BELAZE Bochra

MEGUELLATI Soumia

Devant la commission composée de :

| | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Pr. Dr. BENYOUNES Abdelaziz | Président | Université de Guelma |
| Dr. BOUDALIA Sofiane | Encadreur | Université de Guelma |
| Mr. BENTEBOULA Moncef | Examineur | Université de Guelma |
| Pr. Dr. CHEMMAM Mabrouk | Membre | Université de Guelma |
| Mme. BENRBIHA Roumaila | Membre | Université de Guelma |
| Mme. SLIMANI Atika | Membre | Université de Guelma |

Juin 2017

Remerciements

*Nous rendons grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux, pour la chance qui nous somme donnée pour poursuivre nos études supérieures, et pour le courage qu'Il nous a donné pour bien mener ce travail.
Gloire à Allah*

Nous exprimons toute notre gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur

***Dr. BOUDALIA Sofiane** qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité. Merci d'avoir nous guidée avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.*

Nos vifs remerciements à tous les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail :

***Pr. Dr. BENYOYNESS Abdelaziz** pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury. Et nous le remercions pour son rôle durant notre formation, pour tout ce que vous avez apporté à nous tout au long de nos années d'études.*

***Mr. BENTEBOULA Moncef** pour avoir accepté d'examiner ce travail. Nous tenons à lui exprimer Notre haute considération et respect.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Dr. BOUSBIA Aissam** pour sa patience, sa gentillesse, et sa grande disponibilité, pour son aide dans les différentes étapes du projet.*

Nous nous sentirions coupable d'ingratitude si nous ne remercions pas notre cher

***Pr. Dr. CHEMMAM Mabrouk** pour son soutien son aide, ses précieux conseils et encouragements.*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent au personnel du laboratoire physico-chimique de la laiterie **Safia** et en particulier à la directrice du laboratoire madame **MEGUELLANI Safwa** et au personnel de la laiterie **Beni foughal** pour leurs patience et leurs précieuses aides pendant la réalisation de ce travail.*

*Nos remerciements vont aussi au **Pr. Dr. BENHAMZA Mohamed El Hocine** directeur du laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux (LAIM) de l'université 8 Mai 1945, Guelma, de nous avoir accueillis dans son laboratoire ; et au **Pr. Dr. AFFOUNE Abed Mohamed**, chef d'équipe électrochimie et corrosion de nous avoir accueillis dans son équipe ; et au **Dr. CHELAGHEMIA Mohamed Lyamine** pour son précieuse aide durant notre passage par le laboratoire LAIGM.*

Nous remercions aussi l'ensemble du personnel travaillant au laboratoire de Biochimie de l'université 8 Mai 1945, Guelma. Nous vous remercions d'avoir enrichis nos connaissances et de nous avoir guidés durant toute la période du stage.

*Nos remerciements vont aussi à l'ensemble des **éleveurs** de la wilaya de Guelma pour leurs aides dans ce travail durant toute la période d'enquête et de prélèvements des échantillons.*

Nous remercions aussi à tous nos enseignants de département d'écologie et génie d'environnement, particulièrement les enseignants de production et transformation laitière chacun par son nom, vous restez à nos yeux des personnes entières et pleines de talents aussi bien dans la recherche que dans les relations humaines. Merci beaucoup à tout ce que vous avez fait pour nous.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont guidée durant les moments les plus difficiles de ce long chemin.

Ma chère mère qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie

Mon très cher père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

*A mes chères sœurs **Amina et Zahra** pour leurs encouragements*

*A mes chers frères **Lokman et Ramzi** qui ont toujours été là pour moi*

*A mon adorable neveu **Mohamed Amir***

*A mon mari **Alla Eddine***

*A ma belle sœur **Sara***

A tous mes tantes et mes oncles

*A mes cousines **takwa, Anfel, Marwa, Zeyneb, Selma, Asma, Meriem, Samia et Warda***

A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude.

*A mes copines **Chaima, Maissa, Sabah, Marwa** pour leur amitié, leurs soutiens inconditionnels et leurs encouragements*

*A ma très chère binôme **Bouchra** et sa famille*

A tous les étudiants de ma promotion production et transformation laitière. Et toute personne qui me connait.

Soumia



Dédicace

A mes Parents

Je ne vous remercierais jamais assez, je peux seulement vous dire que je vous aime et si j'ai réussie aujourd'hui, c'est beaucoup grâce à vous, merci d'être toujours là pour moi.

A mon frère « Rami »

A mes sœurs « Nawel, Wissem, Sandra »

A mon très cher neveu « Nazim »

A mon époux « Mohamed El Amine »

A ma belle famille

A mes cousins « Akrem, Salah, Achref »

A mes oncles « Djamel, Mouhamed » pour leurs précieuses aide durant la période des prélèvements

A tous mes amis « Sana, Amina » particulièrement « Marwa et Rahim »

Pour leurs aides durant toute la période du travail

A ma très chère binôme « Soumia » et sa famille

A tous les membres de ma promotion. A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Bouchra

Résumé

Depuis plusieurs années, la présence des vaches laitières qui se nourrissent des détritiques et des déchets jonchant les abords des bacs disposés dans les cités de la wilaya de Guelma est devenue une image qui anime le quotidien des habitants. Cependant, et malgré ce constat amer les analyses antérieures concernant la qualité physicochimique et bactériologique montrent une qualité satisfaisante par rapport aux normes. Ainsi, l'objectif de cette étude vise à : *a*). Réévaluer la qualité physicochimique et bactériologique du lait cru collecté auprès des éleveurs de la région de Guelma, et confirmer les résultats obtenus précédemment ; *b*). Effectuer des tests préliminaires pour évaluer les tendances d'une contamination par les métaux lourds du lait cru collecté dans cette région même.

Après une enquête de terrain relative aux pratiques d'élevages, cinquante échantillons de lait cru de vache collecté dans la région de Guelma ont été évalués pour leurs qualités physicochimiques et bactériologiques. Puis, et après une randomisation aléatoire, douze échantillons ont été pris au hasard afin d'effectuer des tests préliminaires pour doser les métaux lourds (le Chrome, le Cadmium, le Cuivre, le Fer, et le Zinc) par absorption atomique. Ce dosage permet d'évaluer les tendances d'une contamination de Lait.

L'ensemble des résultats d'analyse tendent à montrer que les valeurs obtenues pour les critères décrivant la qualité physicochimique des différents laits réceptionnés se situent dans le cadre des valeurs retenues comme normales pour le lait de vache, hormis ceux de l'acidité, extrait sec dégraissé et la matière minérale étaient légèrement inférieure aux normes admises. L'analyse bactériologique a révélé une charge microbienne très élevée par rapport aux normes, cependant aucune contamination par la flore pathogène n'a été enregistrée. Les concentrations du Fe, Cu, Zn et Cd dépassent largement le maximum recommandé.

En conclusion, le lait collecté dans la région de Guelma a une qualité physicochimique satisfaisante par rapport aux normes. Un niveau élevé de contamination microbiologique a été détecté excepté pour la flore pathogène, et une contamination aux métaux lourds a été détectée.

Mots clés : lait cru, qualité physico-chimique, bactériologique, contamination, métaux lourds.

Abstract

For several years the presence of dairy cows feeding on rubbish and litter on the outskirts of the ferries located here and there in the cities of the Wilaya of Guelma has become an image that animates the daily life of the inhabitants. However, in spite of this observation, the previous physicochemical and bacteriological analyzes show a satisfactory quality compared to the standards. Thus, the objective of this study is to: *a*). Confirm the results of the physicochemical and bacteriological qualities of raw milk obtained previously; *b*). Assess the tendency of contamination by heavy metals of raw milk collected from Guelma region.

First, and after a field survey of breeding practices, fifty samples of raw cow milk collected from Guelma region were evaluated for their physicochemical and bacteriological qualities. Secondly, and after randomization, twelve samples were analyzed for heavy metals contamination (Chromium, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc) using atomic absorption.

All the results of the analysis tend to show that the values obtained for the criteria describing the physicochemical quality of the different types of milk received are within the range of values considered normal for cow's milk. While those of acidity, dried solids and mineral matter were slightly below accepted standards. Bacteriological analysis revealed a very high microbial load compared to standards. Concentrations of Fe, Cu, Zn and Cd are well above the recommended maximum.

In conclusion, milk collected from Guelma region has a satisfactory physicochemical quality compared to standards. A high level of microbiological contamination was detected except for the pathogenic flora and heavy metal contamination was detected for all samples analyzed.

Key words: raw milk, physical-chemical quality, bacteriological, contamination, heavy metals.

الملخص

منذ عدة سنوات، صارت الأبقار الحلوب، التي تتغذى على النفايات التي تغطي حاويات القمامة المتواجدة في أحياء ولاية قالمة، ظاهرة من ظواهر الواقع اليومي للسكان. لكن ورغم هذه الحقيقة المرة، أظهرت التحاليل السابقة، المتعلقة بالنوعية الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية، جودة مرضية مقارنة بالمعايير. هدف هذه الدراسة هو تأكيد نتائج الجودة الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية للحليب الطازج المحصل عليها سابقا و تقييم درجة تلوث الحليب الطازج بالمعادن الثقيلة في منطقة قالمة.

بعد دراسة استقصائية ميدانية خاصة بتربية المواشي ، قمنا بتقييم 50 عينة حليب البقر الطازج مجمعة من منطقة قالمة حسب جودتها الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية.

بعدها قمنا بمعايرة 12 عينة حليب البقر من أجل الكشف عن بعض المعادن الثقيلة (الكروم، الكاديوم، النحاس، الحديد و الزنك) عن طريق الامتصاص الذري من أجل تقييم درجة التلوث و العدوى في الحليب.

تميل النتائج المحصل عليها إلى إظهار أن قيم المعايير الناتجة، و التي تحدد الجودة الفيزيوكيميائية لمختلف عينات الحليب المستلمة ، تصب في خانة القيم العادية لحليب البقرة.

بينما قيم الحموضة و المستخرج الجاف المنزوع الدهن و المادة المعدنية كانت أقل بقليل من قيم المعايير الدولية المعمول بها. كشف التحليل البكتيريولوجي عن كثافة ميكروبية مرتفعة جدا بالنسبة للقيم المعيارية. تراكيز الحديد و النحاس و الزنك و الكاديوم تجاوزت بكثير الحد الأقصى الموصى به كذلك

نخلص إلى القول أن الحليب المجمع في منطقة قالمة ذو جودة فيزيوكيميائية مرضية مقارنة بالمعايير. تم اكتشاف مستوى عالي من التلوث (العدوى) الميكروبيولوجي باستثناء البكتيريا المسببة للعدوى، و تلوث بالمواد الثقيلة كانت مكوناته الأساسية الكروم و الزنك اللذان يساهمان في تعريض مستهلك الحليب الخام لخطر محتمل.

الكلمات المفتاحية : الحليب الطازج، الجودة الفيزيوكيميائية، البكتيريولوجية، التلوث (العدوى)، المعادن الثقيلة

Liste d'abréviation

| | |
|------------------------|--|
| % | Pourcent |
| °C | Degré Celsius |
| µg | Microgramme |
| AG | Acide Gras |
| ANP | Apport Non Protéique |
| BCP | Gélose Lactosée au Pourpre de Bromocresol |
| BPL | Bonnes Pratiques du Laboratoire |
| Cd | Cadmium |
| Col.F | Coliformes Fécaux |
| Col.T | Coliformes Totaux |
| Cr | Chrome |
| Cu | Cuivre |
| CV | Coefficient de Variation |
| DHT | Dose Hebdomadaire Tolérable |
| DJA | Dose Journalière Acceptable |
| DJT | Dose Journalière Tolérable |
| E. coli | Escherichia Coli |
| ETM | Eléments Traces Métalliques |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| Fe | Fer |
| FTAM | Flore Totale Aérobie Mésophile |
| G | Gramme |
| H | Heure |
| Hg | Mercure |
| HNO₃ | Acide nitrique |
| JORA | Journal Officiel de la République Algérienne |
| LAIGM | Laboratoire d'Analyse Industrielles et Génie des Matériaux |
| Mg | Milligrammes |
| Min | Minimum |
| mL | Millilitre |
| Mm | Millimètres |
| Mn | Manganèse |
| MP | Matière Protéique |
| mS/cm | Millisiemens Par Centimètre |
| N | Nombre |
| ONU | Organisation des Nations Unies |
| Pb | Plomb |
| PCA | Plate Count Agar |
| PTL | Production et Technologie Laitières |
| Pv | Permissible Value |
| R | Corrélation |
| S. Aureus | <i>Staphylococcus. Aureus</i> |
| SS | Salmonella Shigella |
| TB | Taux Butyreux |
| UFC | Unité Formant Colonies |
| Zn | Zinc |

Liste des figures

| Figure | Titre | Page |
|---------------|--|-------------|
| 1 | Différentes voies d'exposition des bovins aux ETM | 10 |
| 2 | Situation géographique de la wilaya de Guelma | 14 |
| 3 | Dosage des métaux lourds dans le lait de vache collecté dans la région de Guelma | 27 |

Liste des tableaux

| Tableau | Titre | page |
|----------------|--|-------------|
| I | Composition de lait | 4 |
| II | Caractéristiques de la qualité physico-chimiques du lait de vache | 7 |
| III | Flore originelle de lait cru | 8 |
| IV | Germes contaminants le lait cru | 9 |
| V | Description des sites des prélèvements | 15 |
| VI | Qualité physique des échantillons analysés | 23 |
| VII | Qualité chimique des échantillons analysés | 24 |
| VIII | Caractéristiques descriptives des flores étudiées et normes du lait (UFC/mL) | 25 |
| IX | Fréquences des contaminations microbiennes des échantillons | 26 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| I- Rappels bibliographiques | |
| I-1 Généralités sur le lait de vache | 4 |
| I-1-1 Définition de lait | 4 |
| I-1-2 Facteurs influençant la composition du lait | 4 |
| I-1-2-1 Variabilité génétique entre individus | 5 |
| I-1-2-2 Stade de lactation | 5 |
| I-1-2-3 Age ou numéro de lactation | 5 |
| I-1-2-4 Facteurs alimentaires | 5 |
| I-1-2-5 Facteurs climatiques et saisonniers | 6 |
| I-1-3 Notion de la qualité | 6 |
| I-1-3-1 Caractéristiques de la qualité physico-chimique du lait de vache | 6 |
| I-1-3-2 Caractéristiques de la qualité microbiologiques du lait de vache | 7 |
| I-1-3-3 Contamination du lait de vache par les métaux lourds | 9 |
| I-1-3-3-1 Effets d'une exposition aux métaux lourds | 11 |
| II- Matériels et Méthodes | |
| II-1 Présentation de la région d'étude | 14 |
| II-1-1 Situation géographique | 14 |
| II-1-2 Enquête de terrain | 14 |
| II-1-3 Plan d'échantillonnage | 14 |
| II-1-4 Analyses physico-chimiques du lait | 15 |
| II-1-5 Caractérisation bactériologique du lait | 16 |
| II-1-5-1 Milieux de culture utilisés | 16 |
| II-1-5-2 Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux | 18 |
| II-1-5-3 Dénombrement des germes aérobies mésophiles | 18 |
| II-1-5-4 Identification de clostridium sulfito-réducteur | 19 |
| II-1-5-5 Dénombrement des staphylocoques présumés pathogène | 19 |
| II-1-5-6 Dénombrement des salmonelles | 19 |

| | |
|--|----|
| II-1-6 Essai préliminaires d'analyses toxicologiques du lait : dosage des métaux lourds dans le lait par absorption atomique de flamme | 20 |
| II-1-8 Présentation des résultats | 21 |

III- Résultats

| | |
|--|----|
| III-1 Analyse descriptives de la qualité physico-chimique des échantillons collectés | 23 |
| III-2 Analyse descriptive de la qualité bactériologique des laits analysés | 25 |
| III-3 Évaluation des tendances de la contamination par les métaux lourds | 26 |

IV- Discussion

| | |
|---|----|
| IV-1 Qualité physico-chimique globale du lait cru | 29 |
| IV-2 Qualité bactériologique globale du lait cru | 29 |
| IV-3 Tendances de contamination par les métaux lourds | 31 |

| | |
|-------------------|----|
| Conclusion | 33 |
|-------------------|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| Références bibliographiques | 34 |
|------------------------------------|----|

Annexes

Introduction

L'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb, avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010 (**Ubifrance, 2014**). La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru (**Ubifrance, 2014**). C'est un produit d'une grande valeur alimentaire de par sa richesse en lipides, protéines, glucides et en éléments biologiques (enzymes, vitamines, minéraux) (**Pereira, 2014**).

Cependant, le lait cru est considéré comme un produit périssable, car il constitue un milieu favorable au développement des micro-organismes (**Tir et al., 2015**), ainsi, la croissance anormale de ces micro-organismes peut affecter la santé des consommateurs. Des exemples sont la présence de *Listeria monocytogenes* dans un fromage au lait cru (**Bemrah et al., 1998**), de *Salmonelles* dans le lait et le fromage (**Amagliani et al., 2016**), de *Clostridium botulinum* dans le lait cru ; il est à noter que le danger ne provient pas directement de *Clostridium botulinum* mais par une toxine synthétisé par celui-ci (**La Torre et al., 2016**).

A côté de ces dangers biologiques, la pollution environnementale accrue peut accélérer les problèmes de contamination du lait via un passage des contaminants (métaux lourds et les mycotoxines) dans l'aliment de bétail (**Farid et Baloch, 2012**). La consommation de ce lait contaminé agit comme une source supplémentaire d'exposition aux contaminants qui peuvent provoquer des effets adverses pour la santé des consommateurs (**Ruqia et al., 2015**).

Dans la région de Guelma, considérée comme une région à élevage, un effectif ruminant total de 660000 têtes pour l'année 2014 a été comptabilisé, dont 93 000 bovins pour 55190 vaches laitières (**Biri et al., 2015**), qui produisent un lait de qualité physicochimique et bactériologique très satisfaisante par rapport aux normes internationales (**Boudalia et al., 2016**).

En continuité à un premier travail qui a été initié au sein de l'équipe de formation PTL (Production et Technologie Laitières) visant à analyser la qualité microbiologique et physicochimique du lait cru. Aussi, et suite à un constat amer dû à la présence des vaches

laitières qui se nourrissent des détritues et des déchets jonchant les abords des bacs disposés dans les cités de la wilaya de Guelma. Ce travail vise à :

- ✚ Réévaluer la qualité physicochimique et bactériologique du lait cru collecté auprès des éleveurs de la région de Guelma, et confirmer les résultats obtenus précédemment (**Boudalia et al., 2016**).
- ✚ Effectuer des tests préliminaires pour évaluer les tendances d'une contamination par les métaux lourds du lait cru collecté dans cette région.

I Rappels bibliographiques

I-1 Généralités sur la qualité de lait de vache

I-1-1 Définition de lait

Le lait est une sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites sans y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (FAO, 2000).

Selon le *Codex Alimentarius* (1999): « la dénomination “lait” est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction » Il est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum ».

Tableau I. Composition de lait (Vignola, 2000).

| Constituants majeurs | Variations limites (%) | Valeur moyenne(%) |
|----------------------|------------------------|-------------------|
| Eau | 85,5 – 89,5 | 87,5 |
| Matière grasse | 2,4 – 5,5 | 3,7 |
| Protéines | 2,9 – 5,0 | 3,2 |
| Glucides | 3,6 – 5,5 | 4,6 |
| Minéraux | 0,7 – 0,9 | 0,8 |

Constituants mineurs: enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz.

Le tableau au-dessus décrit la composition générale du lait de vache. Ce dernier comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, les protides, les glucides essentiellement le lactose, les sels. Mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme les vitamines, enzymes, nucléotides, gaz dissous dont certains ont une grande importance du fait de leur activité biologique. Cette composition varie selon différents facteurs liés généralement aux animaux. Les principaux sont : l'individualité, la race, les périodes de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge et l'espèce (Vignola, 2002).

I-1-2 Facteurs influençant la composition du lait

Selon Pougheon et Goursaud (2001) la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage

(saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter. La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I-1-2-1 Variabilité génétique entre individus

Pougheon et Goursaud (2001) signale qu'il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée.

I-1-2-2 Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I-1-2-3 Age ou numéro de lactation

Selon **Pougheon et Goursaud (2001)** on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0,6%.

I-1-2-4 Facteurs alimentaires

L'alimentation est un facteur important de variation du lait. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à

un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I-1-2-5 Facteurs climatiques et saisonniers

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)** la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

I-1-3 Notion de la qualité

Selon la **FAO** (Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation) la qualité peut être considérée comme une caractéristique complexe d'un aliment qui détermine son intérêt ou son acceptabilité pour le consommateur. Du point de vue réglementaire et protection du consommateur, la "*qualité*" se réfère aux critères objectifs de base qui doivent être respectés en vertu des lois et règlements existants, l'objectif étant de garantir l'innocuité et de prévenir la contamination ou la présentation frauduleuse des aliments cette deuxième approche met plus en avant les préoccupations essentielles du consommateur, sa santé et sa sécurité (**Raiffaud, 2001**).

I-1-3-1 Caractéristiques de la qualité physico-chimique du lait de vache

Les principales propriétés physico-chimiques du lait sont représentées par sa densité, son point de congélation, son acidité, sa teneur en eau, protéines, lipides, lactose, cendres, vitamines...etc. (**tableau II**).

Sur le plan physique, c'est à la fois une solution qui contient le (lactose, sels minéraux), une suspension (matières azotes) et une émulsion (matières grasses).

Tableau II. Caractéristiques de la qualité physico-chimique du lait de vache (**Bourgeois et al., 1990**).

| Caractéristiques chimiques | Valeurs |
|---|----------------|
| pH (20 °C) | 6,6 – 6,8 |
| Densité | 1,030 – 1,033 |
| Température de congélation (°C) | - 0,53 |
| Caractéristiques physiques (g / 100 g) | |
| Teneur en eau | 87,3 |
| Extrait sec total | 12,7 |
| Taux de matière grasse | 3,9 |
| Extrait sec dégraissé | 9,2 |
| Teneur en matière azotée totale | 3,4 |
| Teneur en caséine | 2,8 |
| Teneur en albumine et globuline | 0,5 |
| Teneur en lactose | 4,9 |
| Teneur en cendre | 0,90 |
| Vitamines, enzymes et gaz dissous | Traces |

I-1-3-2 Caractéristiques de la qualité microbiologique du lait de vache

Le lait contient un nombre variable de cellules, celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**Gripon et al., 1975**).

Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/mL). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**). La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Guiraud, 2003**).

Tableau III regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau III. Flore originelle de lait cru (vignola, 2002).

| Microorganismes | Pourcentage (%) |
|-------------------------------------|-----------------|
| <i>Micrococcus sp</i> | 30-90 |
| <i>Lactobacillus</i> | 10-30 |
| <i>Streptococcus ou Lactococcus</i> | <10 |
| Gram négatif | <10 |

Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le 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 dangereuse du point de vue sanitaire (Vignola, 2002). Ces contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement : entérobactéries, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, microcoques, corynébactéries, *Bacillus*, etc., par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière. Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de *Clostridium*, d'entérobactéries coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes : *Salmonella*, *Yersinia*. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait (Leyral et Vierling, 2007). D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait, lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, staphylocoques, etc. Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : *Salmonella* ; *Brucella*, agent de la fièvre de Malte, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, agent de la listériose ; *Mycobacterium bovis* et *tuberculosis*, agents de la tuberculose ; *Bacillus anthracis*, agent du charbon ; *Coxiella burnetii*, agent de la fièvre Q, et quelques virus. Hormis les maladies de la mamelle, le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte du lait (seaux

à traire, machines à traire) et, enfin, du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (FAO, 1995).

Tableau IV. Germes contaminant le lait cru (Jakob, 2009).

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

I-1-3-3 Contamination du lait de vache par les métaux lourds

Les métaux tels que le fer, le zinc, l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure sont des composés chimiques existant à l'état naturel. Ils peuvent être présents à différents niveaux dans l'environnement, comme par exemple dans le sol, dans l'eau et dans l'atmosphère. Les métaux peuvent également se présenter sous la forme de résidus dans les denrées alimentaires en raison de leur présence dans l'environnement, laquelle peut être occasionnée par des activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie ou les gaz d'échappement de véhicules, ou suite à une contamination lors du traitement ou du stockage des denrées alimentaires.

Certains de ces métaux existent aussi et normalement dans des denrée alimentaire comme le lait où ils jouent un rôle important pour l'alimentation et la croissance du nouveau né, mais du fait d'un régime anormal de la femelle, ou d'une erreur de manipulation des

produits laitiers, leur teneur peut s'élever dangereusement et par conséquent cela peut compromettre la conservation du lait et la fabrication du beurre, des fromages, ou même peut porter atteinte à la santé des consommateurs (Morre, 1974).

Selon leurs importances pour l'homéostasie générale, ces métaux peuvent être classés en quatre grands groupes : les métaux lourds essentiels, non essentiels, moins toxiques et hautement toxiques. Environ cinquante-trois des quatre-vingt dix éléments naturels sont appelés métaux lourds et beaucoup d'entre eux, tels que Cu, Mn, Fe et Zn, sont des micronutriments essentiels, mais peuvent devenir toxiques à des concentrations supérieures à la quantité requise pour une croissance normale (Nies, 1999). D'autres métaux lourds, tels que Cd, Hg et Pb, ont jusqu'ici des rôles inconnus dans les organismes vivants et sont toxiques même à des concentrations très faibles (Wood, 1974).

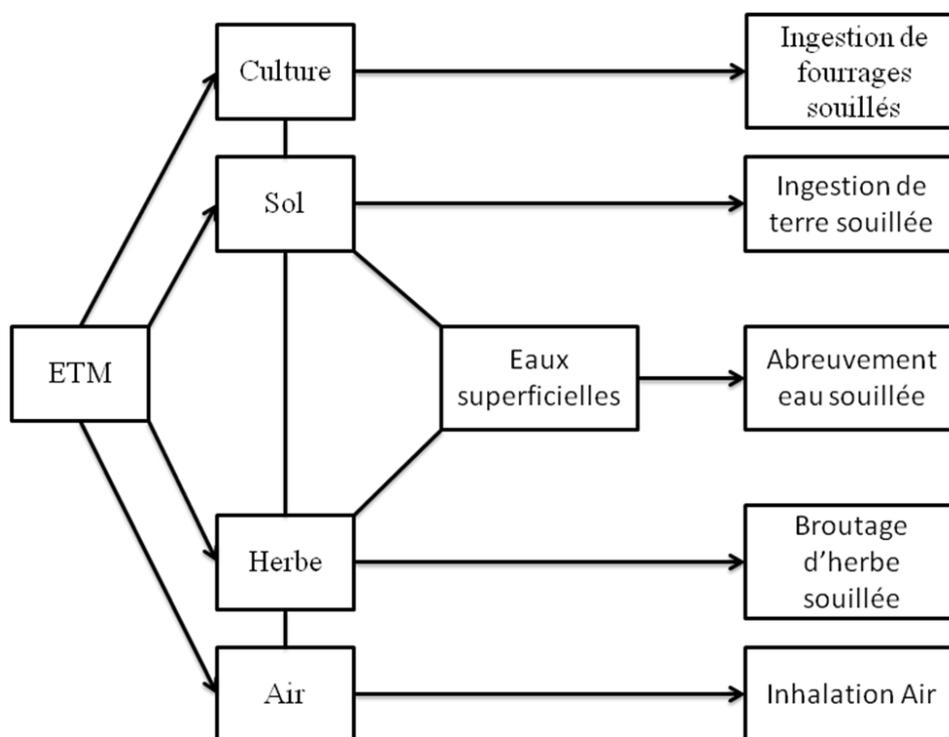


Figure 1. Différentes voies d'exposition des bovins aux ETM (Source : d'après l'Institut de l'Élevage, 2010).

En excréation de la glande mammaire, le lait peut contenir de nombreuses substances xénobiotiques (Pesticides, désinfectants, médicaments, métaux et divers contaminants environnementaux), qui constituent un facteur de risque technologique pour les produits

laitiers à l'image commerciale et, surtout, pour la santé du consommateur (**Licata et al., 2003**).

Les résidus de plomb, de cadmium et de mercure dans le lait sont particulièrement préoccupants car le lait est largement consommé par les nourrissons et les enfants (**Birghila et al., 2008**). Les métaux lourds peuvent entrer dans le système de production laitière de diverses façons : suite à l'application d'engrais inorganiques dans l'alimentation des animaux, dépôt atmosphériques...etc. (**Sridhara et al., 2009**).

I-1-3-3-1 Effets d'une exposition aux métaux lourds

✚ Le cadmium (Cd) : naturellement présent dans l'environnement (origine volcanique, érosion éolienne) mais sa concentration est multipliée par dix par les activités anthropiques industrielles (**Kammerer et Le Bizec, 2009**). Le Cd est présent à la fois dans l'atmosphère, le sol et les eaux usées. Sa présence dans le sol est particulièrement due aux dépôts atmosphériques et à l'utilisation de fertilisants minéraux tels que les superphosphates en agriculture conventionnelle (**Olsson et al., 2001**). La majeure source d'exposition au Cd est la nourriture contaminée (**Klassen et Watkins, 2003**). Par ordre d'importance décroissante, les denrées les plus dangereuses sont les suivantes (**Kammerer et Le Bizec, 2009**) :

- ❖ *Légumes et fruits (environ 35% de l'apport) et les céréales et produits dérivés (23, 5%).*
- ❖ *Les produits de la mer (18%).*
- ❖ *Le lait et les produits laitiers (9%).*

Une forte ingestion de Cd cause des nausées et douleurs abdominal. L'inhalation de fumées de matériel contenant du Cd peut produire un œdème pulmonaire (**Klassen et Watkins, 2003**).

Une exposition de long terme au Cd cause des troubles pulmonaires et rénaux. Cela peut aussi engendrer des troubles cardiovasculaires et du système squelettique (**Klassen et Watkins, 2003**). Il est également considéré comme immunodépresseur et cancérigène. La Dose Hebdomadaire Tolérable (DHT) est de 7 µg/kg de poids corporel pour un adulte sur 50 ans (**Kammerer et Le Bizec., 2009**). L'élimination est très lente, le cadmium étant un toxique cumulatif dont la demi-vie chez l'homme est de l'ordre de 10 à 40 ans. L'élimination se fait principalement par voies fécale et urinaire (**Kammerer et Le Bizec, 2009**).

✚ Le zinc (Zn) : c'est un métal essentiel nutritionnellement. Une exposition excessive au zinc est relativement peu commune mais serait toxique. Le zinc est présent dans la plupart des aliments, l'eau et l'air. La dose journalière recommandée est de 15 mg/jour pour

l'homme. Une vache en lactation ou tarie a besoin de 75 mg/kg (matière sèche intégrale) de zinc dans le régime (GNBCA, 2000). Les produits dont les teneurs en zinc sont les plus importantes sont les suivants : produits de la mer, viande, céréales complètes, produits laitiers, cacahuète et légumes. Les végétaux peuvent prélever le zinc du sol (Klassen et Watkins, 2003).

Des problèmes gastro-intestinaux, diarrhées, fortes fatigues et fièvres peuvent être les effets d'une ingestion importante de zinc (Klassen et Watkins, 2003).

✚ Le cuivre (Cu) : c'est un métal dont les conductibilités thermique et électrique sont particulièrement élevées et, comme la majorité des métaux, ubiquitaire non seulement dans la croûte terrestre à des niveaux variant entre 5 mg/kg et 70 mg/kg (ATSDR, 2004), mais également à titre d'oligo-éléments dans tous les animaux et les plantes.

Une exposition au cuivre peut causer des brûlures épigastriques, nausées, vomissement, diarrhée, une induction d'anémie hémolytique, allergie par contact avec la peau.

L'exposition chronique provoque la maladie de *Wilson* (accumulation de cuivre dans le foie, le cerveau et les reins dont résulte une anémie hémolytique et des inflammations neurologique) (James Moore W, 1991).

✚ Le fer (Fe) : c'est un métal essentiel, sa régulation dans le sang est contrôlée par deux protéines d'absorption et d'exportation. La carence ou l'excès en Fer peut être potentiellement toxique pour les cellules, c'est pourquoi son transport est rigoureusement contrôlé.

L'exposition au fer peut provoquer des troubles digestifs, toxicité systémique avec choc, acidose métabolique, coma, toxicité hépatique avec coagulopathie, séquelles digestives à type de sténose.

La sidérose oculaire est une pathologie chronique grave pouvant aboutir à la perte de la vision de l'œil touché. Elle survient lorsqu'un corps étranger contenant du Fer se retrouve dans l'œil ou à son contact (Gunnar et al., 2007).

✚ Le chrome (Cr) : se trouve rarement naturellement sous sa forme élémentaire. Il est rencontré dans les roches magmatiques où il se substitue facilement au fer, qui possède un rayon ionique proche de celui du Cr (III). La teneur moyenne du chrome dans la croûte terrestre serait comprise entre 100 et 200 mg/kg. Le chrome existe sous deux états de valence dans les sols, le chrome trivalent, Cr(III) et le chrome hexavalent.

L'exposition au chrome peut provoquer des troubles dermatologiques, Cancers, anémie (Brunol et Durol, 2006).

II Matériel et méthodes

II-1 Présentation de la région d'étude

II-1-1 Situation géographique

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue du point de vue géographique, un point de rencontre, voir un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum el Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud.

Elle est limitrophe aux Wilayas suivantes : Annaba au Nord, El-Tarf au Nord-est, Souk Ahras à l'Est, Oum El-Bouaghi au Sud, Constantine à l'Ouest et la wilaya de Skikda au Nord-ouest.



Figure 2. Situation géographique de la wilaya de Guelma (source : direction de commerce de la wilaya de Guelma-Juin 2017).

II-1-2 Enquête de terrain

Cinquante exploitations ont fait l'objet de notre étude. Pour recueillir les informations finales relatives aux pratiques d'élevages et la qualité nutritionnelle et hygiénique de lait, un questionnaire a été établi et rempli lors de plusieurs passages effectués. Les enquêtes ont été réalisées sous forme d'entretiens avec les éleveurs ; et aussi grâce à des observations visuelles lors des visites des élevages. Sur le plan temporel, les enquêtes se sont déroulées entre le **01 Février** jusqu'au **30 Avril 2017**.

Le questionnaire utilisé est basé sur l'étude de plusieurs variables relatives aux pratiques d'élevages des bovins laitiers :

✚ Localisation de l'exploitation: surface agricole total, surface agricole utile, surface agricole irriguée, éloignement des habitas, éloignement des industries, éloignement par rapport au trafic routier, éloignement par rapport aux décharges des déchets ménagers, types de bâtiments.

✚ Structure de cheptel: l'effectifs bovin, ovin, caprin, les races bovines a exploitées, numéro de lactation, stade de lactation.

✚ Respect de l'hygiène: type et fréquence de nettoyage des étables, les préliminaires de la traite, type de traite, présence ou absence de lavage des mamelles...

II-1-3 Plan d'échantillonnage

Des prélèvements de lait cru ont été effectués a partir du 1^{er} Mars 2017 jusqu'au 30 Avril 2017 de différents élevages répartis dans la Wilaya de Guelma. Au total 50 échantillons du lait cru de vache (lait de mélange) ont été collectés de la traite matinale de midi ou de soir, dans des flacons en verre de 200 mL préalablement stérilisé à une température de 180 °C pendant 20 min.

Une description des sites d'échantillonnages sont donnés par le tableau 2.

Tableau V. Description des sites des prélèvements.

| Sites | Nombre de prélèvements |
|-------------------|------------------------|
| Guelma | 6 |
| Boumahra Ahmed | 4 |
| Chihaoui said | 1 |
| Djébalah Khemissi | 3 |
| Sellaoua Announa | 1 |
| Ain Hssainia | 1 |
| Salah soufi | 2 |
| Hammam n'bail | 2 |
| Khizarra | 1 |
| Belkhier | 1 |
| Roknia | 1 |
| Guelaat Bou Sbaa | 1 |
| Bouati Mahmoud | 1 |
| Ain Makhoulf | 1 |
| El fedjoudj | 3 |
| Héliopolis | 3 |
| Ain El arbi | 2 |
| Ain Amara | 1 |
| Ras El akba | 1 |
| Ben Djerrah | 14 |

Le lait a été prélevé dans le respect des Bonnes Pratiques du Laboratoire (BPL), et les règles d'asepsie (désinfection des mains). Aussi, des conseils de traite ont été donnés pour chaque éleveur afin qu'elle soit effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène.

Pour chaque point de prélèvement, trois flacons stériles ont été rempli :

- + Le premier destiné à des analyses physico-chimiques,
- + Le second à des analyses bactériologiques,
- + Le dernier à des analyses toxicologiques (essais préliminaires),

Les flacons sont ensuite transportés dans une glacière au laboratoire de microbiologie de l'université, où ils sont stockés à -20 °C pour des analyses ultérieures.

II-1-4 Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques sont réalisées selon les méthodes publiées dans Journal Officiel de République Algérienne Démocratique et Populaire (JORADP, 1998).

+ **Potentiel hydrogène (pH)** : la mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre type HANNA pH 211. Après réglage de la température affichée sur le pH mètre, une électrode de mesure est introduite dans un bécher contenant quelque millilitre de lait, le pH soit directement lu sur le cadran de l'appareil.

+ **Dosage de la matière grasse, le lactose, l'extrait sec total, les protéines** : les analyses physico-chimiques ont été effectués au niveau des laboratoires de la laiterie **Safia** et laiterie **Beni foughal** (commune el fdjoudj, Guelma), à l'aide d'un « *LactoScan* ».

Le *Lactoscan* est utilisé pour mesurer : la matière grasse, les protéines, le lactose, les minéraux, le point de congélation, l'eau ajouté (mouillage), l'extrait sec, la conductivité, la densité et la température du lait.

II-1-5 Caractérisation bactériologique du lait

II-1-5-1 Milieux de culture utilisés

Suivant les techniques employées et selon les souches à identifier, ci dessous les milieux de culture utilisés :

- **Gélose Lactosée au pourpre de bromocresol (BCP)** il permet :
 - le dénombrement des coliformes totaux.

- l'inhibition des microorganismes à Gram positive, elle est essentiellement due à l'action du Desoxycholate de sodium ou les citrates de sodium.

- la différenciation des entérobactéries, qui est fondée sur la capacité de ces germes à fermenté le lactose.

- ***Gélose a l'extrait de levure (Plate Count Agar PCA) :***

Les substances nutritives apportées par la Tryptone, les facteurs vitaminiques de l'extrait de levure et le glucose favorisent la croissance des bactéries aérobies mésophiles à dénombrer.

- ***Gélose glucosé viande-foie :***

Il est utilisé pour le dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur, car :

- la peptone et le glucose (source d'énergie) favorisent le développement des germes anaérobies.
- l'amidon favorise la germination des spores.
- les germes anaérobies réduisent le sulfite en sulfure qui en présence de fer, provoque le noircissement des colonies par formation de sulfure de fer.

- ***Gélose Chapman au mannitol :***

Permet le dénombrement des staphylocoques pathogènes :

- la forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des bactéries autre que les staphylocoques.
- la fermentation du mannitol, mise en évidence par le virage au jaune de l'indicateur pH (rouge de phénol), permet d'orienter le diagnostic.
- la mise en évidence des staphylocoques pathogènes devra être confirmé par la recherche de la coagulase et éventuellement de la désoxyribonucléase et de la phosphatase.

- ***Bouillon sélénite-cystine :***

Il est utilisé pour l'enrichissement sélectif des salmonelles, car :

- La teneur en sélénite permet d'assurer l'inhibition des microorganismes autres que les salmonelles et notamment des coliformes et des entérocoques.
- Le phosphate disodique contribue à assurer le maintien du pH et à réduire la toxicité du sélénite afin d'augmenter la capacité de récupération du milieu.

II-1-5-2 Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

- **Ensemencement**

Il est réalisé en deux boîtes de pétri, chaque une estensemencée par 1 mL de lait dilué à 10^{-3} et l'autre à 10^{-4} , 13 mL de gélose BCP (Gélose Lactosée au pourpre de bromocresol préalablement refroidi et maintenue à 44 °C est ajoutée, puis homogénéiser parfaitement le contenu jusqu'à la solidification.

Préparation du milieu : une quantité de 26g de poudre BCP avec 20g d'agar agar dans un 1L d'eau distillé, puis porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 20 minutes, enfin répartir le milieu en flacons et le stérilisé.

- **Incubation**

Pour les coliformes totaux les boîtes sont incubées à 30 °C pendant 48 h.

Pour les coliformes fécaux les boîtes sont incubées à 44 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

Les colonies apparaissent en couleur rouge foncé de 0,5 mm de diamètre. Les colonies sont comptées et ramenées aux nombres de germes par mL en tenant compte de la dilution.

II-1-5-3 Dénombrement des germes aérobies mésophiles

- **Ensemencement**

Il est réalisé sur deux boîtes de pétri chaque une estensemencée par 1 mL de lait dilué l'une à 10^{-3} et l'autre à 10^{-4} ensuite on ajoute 13 mL de gélose à l'extrait de levure [Plate Count Agar (PCA)] préalablement refroidie et maintenue à 44 °C, puis homogénéiser le contenu (faire des mouvements circulaires en dessinant des 8 sur la paillasse), et enfin, laisser solidifie la culture.

Préparation du milieu : une quantité de 20,5 g de poudre PCA dans un 1 L d'eau distillé, puis porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 20 minutes, enfin répartir le milieu en flacons et le stérilisé

- **Incubation**

Les boîtes de pétri sont incubées à 30 °C pendant 72 h.

- **Lecture**

Toutes les colonies qui en surface sont dénombrées et les résultats exprimés en unités formant colonies par mL de lait (UFC/mL).

II-1-5-4 Identification de clostridium sulfito-réducteur

- **Ensemencement**

Dans un tube contenant 5 mL de lait préalablement pasteurisé au bain marie à 80 °C pendant 10 min (conditions favorables) un choc thermique à l'eau froide (conditions défavorables) est réalisé afin de détruire la forme végétative et l'activité des spores, puis 20 mL de gélose glucosé viande-foie est introduite « *ensemencement en profondeur* » avec quatre gouttes de l'Alun de fer et 10 gouttes de sulfite de sodium, enfin, une quantité 2 mL de paraffine est ajoutée pour créer l'anaérobiose de la culture.

- **Incubation**

Le tube est incubé à 37 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

Les Clostridium sulfito-réducteur apparaissent sous forme de grosses colonies noires ayant un diamètre supérieur à 0,5 mm.

II-1-5-5 Dénombrement des staphylocoques présumés pathogène

- **Ensemencement**

Ensemencement en surface d'un milieu sélectif solide (Chapman), coulé dans des séries de boîtes. Les boîtes ensemencées avec la solution mère (2 gouttes).

- **Incubation**

Les tubes sont incubés à 37 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

La culture de staphylocoques est indiquée par la formation d'un précipité noir entourée d'un précipité blanc et d'un halo d'éclaircissement ou le noircissement total du tube.

II-1-5-6 Dénombrement des salmonelles

- **Ensemencement**

Deux gouttes de lait cru ont été introduites en tubes avec le milieu.

Préparation du milieu : une quantité de 250 mg de sélénite en poudre dans 250 g d'eau distillée, puis le milieu est porté à ébullition sous agitation constante pendant 2 à 3 minutes. Le milieu est réparti en tubes ou flacons stériles.

- **Incubation**

Les tubes sont incubés à 37 °C pendant 24 h. ensuite, l'isolement sur milieu gélose pour salmonella shigella (gélose SS) est effectué où une colonie est prélevée puis ensemencée en stries sur la surface de la gélose SS.

- **Lecture**

Les salmonelles apparaissent incolores et transparentes avec des colonies de petite taille (2 à 4 mm de diamètre). Les résultats sont exprimés par la présence ou l'absence de germe.

II-1-6 Essais préliminaires d'analyses toxicologiques: dosage des métaux lourds dans le lait par absorption atomique de flamme

Méthode

C'est une méthode qui permet de doser essentiellement les métaux en solution. Elle impose que la mesure soit faite à partir de l'élément à doser appelé "*analyte*" transformé à l'état d'atomes libre. L'échantillon est porté à une température de 200 à 3000 °C pour que les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments sont engagés soient détruites.

Le dispositif se compose d'une source, la *lampe à cathode creuse*, d'un *bruleur* et un *nébuliseur*, d'un *monochromateur* et d'un *détecteur* relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.

Randomisation et préparation des échantillons

Après une randomisation aléatoire grâce au logiciel "*Random Number Generator*", douze échantillons ont été pris au hasard afin d'effectuer des tests préliminaires pour doser les métaux lourds (le Chrome, le Cadmium, le Cuivre, le Fer et le Zinc) par absorption atomique de flamme (Perkin Elmer, AAnalyst 400).

La préparation des échantillons a été réalisée au niveau du laboratoire de Biochimie, au niveau de l'université 8 Mai 1945, Guelma. Les éléments dosés dans le lait ont été les suivants : le Chrome, le Cadmium, le Cuivre, le Fer et le Zinc.

La destruction de la matière organique par oxydation en présence d'acides concentrés permet la minéralisation des échantillons. Un volume de 10 mL d'acide nitrique (HNO₃) concentré à 68% de pureté (CAS : 7697-37-2 ; Sigma Aldrich) est ajouté à 10 mL

de lait. Puis le mélange est transféré dans une capsule en céramique placée 1 heure sur une plaque chauffante réglée à 380 °C, puis dans un four à moufles pendant 4 heures.

De l'acide nitrique concentré (HNO₃) est ajouté sur les cendres et évaporé sur la plaque chauffante jusqu'à la destruction totale de la matière organique. On complète à 10 mL avec de l'eau distillée à 1% d'acide nitrique le volume de la solution contenue dans la coupelle, devenue blanche.

Les solutions minéralisées sont ensuite filtrées pour éliminer les débris, puis analysées par spectrophotométrie d'absorption atomique (Perkin Elmer, AAnalyst 400), dans le laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux (LAIGM) de l'université 8 Mai 1945, Guelma.

La lecture est effectuée contre un blanc (eau distillé à 2 % d'acide nitrique), et le taux de chaque métal est calculé à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax + b$) établie avec des concentrations précises de chaque métal comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en (mg/L).

II-1-7 Présentation des résultats

Les résultats de l'analyse physicochimique, ainsi que les résultats de l'analyse bactériologique sont exprimés sous forme des moyennes \pm SD (*Standard Deviation* = Ecart type).

Pour les analyses toxicologiques, les résultats sont exprimés sous forme des moyennes \pm SEM (*Standard Error Mean*).

III Résultats

III-1 Analyse descriptives de la qualité physico-chimique des échantillons collectés

Pour chaque paramètre déterminé, sont présentés le nombre d'échantillons prélevés, la moyenne, l'écart-type, le coefficient de la variation et les valeurs extrêmes mesurées pour la totalité des échantillons de lait prélevés. Les moyennes obtenues ont été comparées avec les normes et les données de la littérature (**Tableau VI et VII**).

L'acidité des échantillons de laits crus était moyennement acceptable avec un pH moyen de 6,55. La densité moyenne des laits mesurée à 20 °C était de 1029,25, les fluctuations autour de la moyenne sont très faibles avec un écart type de 2,25 soit un coefficient de variation de 0,21%, 63,26% des échantillons ont une densité supérieure aux normes.

Tableau VI. Qualité physique des échantillons analysés.

| Critères d'analyses | N | Min | $\mu \pm \sigma$ | Max | CV (%) | Norme | Références | échantillon accepté (%) |
|------------------------------------|----|---------|----------------------|---------|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| pH | 49 | 5,89 | 6,55 ± 0,19 | 6,80 | 2,90 | 6,6 à 6,8 | Leymarios, 2010 | 47,88 |
| Densité (mg/cm ³) | 49 | 1023,90 | 1029,95 ± 2,25 | 1033,65 | 0,21 | 1,028 à 1,032 | Leymarios, 2010 | 63,26 |
| Point de congélation (°C) | 49 | -0,570 | -0,512 ± 0,02 | -0,460 | 3,90 | < ou = - 0,520 °C | Packard et Ginn, 1990 | 69,38 |
| Conductivité (mS/cm ¹) | 49 | 3,33 | 4,49 ± 0,50 | 5,75 | 11,13 | 4 à 5.5 (25°C) | Leymarios, 2010 | 53,06 |

N : nombre d'échantillons analysés ; $\mu \pm \sigma$: Moyenne ± écart-type ; CV : coefficient de variation ; Max : maximum ; Min : minimum

La moyenne du point de congélation des laits collectés était de - 0,570 °C avec un CV faible, alors que la plupart des valeurs concordent avec les normes conseillées soit 69,38% de l'échantillon total. La conductivité moyenne était de l'ordre de 4,49 mS/cm, avec une variation de 3,33 à 5,75 où la conductivité était le paramètre physique le plus variable en comparaison avec les autres paramètres physiques.

La teneur en matière grasse (TB) varie entre 9,30 et 80,60 g/L, avec une moyenne de 37,20 ±14,94 g/L, les variations liées à ce taux sont relativement élevés avec un coefficient de variation le plus élevé en comparaison avec les autres paramètres chimiques.

Le taux protéique (TP) était moins variable par rapport le TB avec une moyenne de 29,42 ± 1,14 g/kg très proche aux normes avec un CV de 4,79 % d'où une répartition homogène des valeurs avec une tendance vers les valeurs moyennes et rarement vers des valeurs extrêmement élevées ou basses. En ce qui concerne l'extrait sec dégraissé, les échantillons analysés, ont une teneur moyenne de 80,43 ± 3,52 g/kg, avec une variation de 73,20 à 88,40 g/kg. Un pourcentage de 83,8% de l'échantillon global se situe inférieur à la norme.

Tableau VII. Qualité chimique des échantillons analysés.

| Critères d'analyses | N | Min | $\mu \pm \sigma$ | Max | CV (%) | Norme | Références | échantillon accepté (%) |
|---|----------|------------|------------------------------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|--|
| TB (g/kg) | 49 | 9,30 | 37,20 ± 14,94 | 80,60 | 40,16 | > 35 g/kg | Tamine, 2009 | 57,14 |
| TP (g/kg) | 49 | 26,80 | 29,42 ± 1,41 | 32,40 | 4,79 | > 29 g/kg | Tamine, 2009 | 57,14 |
| Lactose (g/kg) | 49 | 40,20 | 44,17 ± 2,14 | 48,70 | 4,84 | > 42 g/kg | Tamine, 2009 | 87,75 |
| Minéraux et Vitamines (g/kg) | 49 | 6,00 | 6,57 ± 0,32 | 7,30 | 4,87 | 7 à 7,5 | Leymarios, 2010 | 16,32 |
| ESD (g/kg) | 49 | 73,20 | 80,43 ± 3,52 | 88,40 | 4,37 | > 85 g/kg | Tamine, 2009 | 12,24 |

TB : Taux Butyrique ; TP : Taux Protéique ; N : nombre d'échantillons analysés ; $\mu \pm \sigma$: Moyenne ± écart-type ; CV : coefficient de variation ; Max : maximum ; Min : minimum.

La teneur moyenne en lactose a été de 44,17 g/kg. Elle varie de 40,20 à 48,70 g/kg. La valeur moyenne des minéraux et vitamines du lait cru était de $6,57 \pm 0,32$ g/kg pour 49 échantillons, avec une variabilité de 6 à 7,30 g/kg. Une moyenne faible par rapport aux normes acceptées d'où 83,68% des échantillons se trouve au dessous de norme.

III-2 Analyse descriptive de la qualité bactériologique des laits analysés

Les caractéristiques descriptives des flores dénombrées sont résumées dans le Tableau VIII et IX. La moyenne de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) des laits crus variait de $0,12 \times 10^5$ à $74,86 \times 10^5$ UFC/mL. La charge bactérienne globale était très importante car 88% des laits analysés montrent une flore supérieure à 10^5 UFC/mL. De ce fait, un pourcentage important soit 60% des échantillons ont montré une forte charge bactérienne globale qui se situe au dessus de 5×10^5 UFC/mL.

Tableau VIII. Caractéristiques descriptives des flores étudiées et normes du lait (UFC/mL).

| Flores (UFC/mL) | N | Min | $\mu \pm \sigma$ | Max | CV (%) | Norme | Références | %E < CR |
|--|----|------|-------------------|--------|-----------|-------------------------------------|-----------------------|------------|
| F.T.M.A (10^5) | 50 | 0,12 | $11,69 \pm 13,52$ | 74,86 | 115 | 10^5 UFC/mL | JORA, 1998 | 12 |
| Col.t. (10^5) | 50 | 0,53 | $23,44 \pm 38,95$ | 227,30 | 166 | 10^3 UFC/mL | JORA, 1998 | 0 |
| Col.f. (10^5) | 50 | 0 | $7,34 \pm 10,98$ | 68,20 | 149 | 10^3 UFC/mL | JORA, 1998 | 4 |
| Clostridium sulfito- réducteurs | 50 | 0 | $16,30 \pm 27,30$ | 120 | 167 | 50 UFC/mL | JORA, 1998 | 84 |

F.T.M.A : Flore totale aérobie mésophile; Col.t.: Coliformes totaux ; Col.f.: Coliformes fécaux ; % des échantillons qui présentent une charge inférieure au critère légal, N : nombre d'échantillons analysés

Les résultats relatifs aux coliformes totaux et fécaux ont montré une contamination importante, avec des moyennes respectives de $23,44 \times 10^5$ et $7,34 \times 10^5$ UFC/mL, elles étaient

très variables avec des écarts types qui dépassent largement la moyenne pour chaque flore.

Sur cinquante échantillons analysés 4% d'entre eux répondent aux normes nationales relatives aux coliformes fécaux, et seulement 20% contiennent une charge bactérienne inférieure à $\times 10^5$ UFC/mL.

Les clostridiiums sulfito-réducteurs ont été détectés dans 15 échantillons des laits crus analysés soit 30% de l'échantillon total. La moyenne de la contamination par millilitre était de 16,30 UFC, cette contamination varie de 0 à 120 UFC/mL. Contrairement aux autres flores, un pourcentage important des échantillons analysés répond à la norme.

Sur les cinquante échantillons analysés 6% d'entre eux contiennent des staphylocoques aureus. Bien évidemment, la réglementation prévoit l'absence de ce germe pathogène dans le lait cru. L'analyse microbiologique des salmonelles n'a pas montré une contamination en salmonelles.

Tableau IX. Fréquences des contaminations microbiennes des échantillons.

| Bactéries | S. aureus | Salmonelles |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Nombre de cas positifs | 3 | 0 |
| % | 6 | 0 |
| Norme | Absence / 0,1 mL | Absence |
| Références | JORA, 1998 | JORA, 1998 |

S. Staphylococcus.

III-3 Évaluation des tendances de la contamination des métaux lourds dans le lait cru

La figure 3 illustre les concentrations des métaux lourds retrouvés dans les douze échantillons analysés suite aux tests préliminaires. Ces concentrations sont supérieures aux *limites de détection* " LOD " de l'automate.

Les concentrations détectées sont de l'ordre de $0,95 \pm 0,11$ mg/L ; $0,19 \pm 0,007$ mg/L ; $0,05 \pm 0,002$ mg/L ; $0,10 \pm 0,03$ mg/L et $7,46 \pm 0,76$ mg/L pour le Fe, Cu, Cd, Cr et Zn respectivement. Une très grande hétérogénéité dans les résultats a été observée.

Les valeurs trouvées dépassent largement les teneurs maximales des contaminants dans le lait et les produits laitiers sauf pour le chrome (CE, 2006).

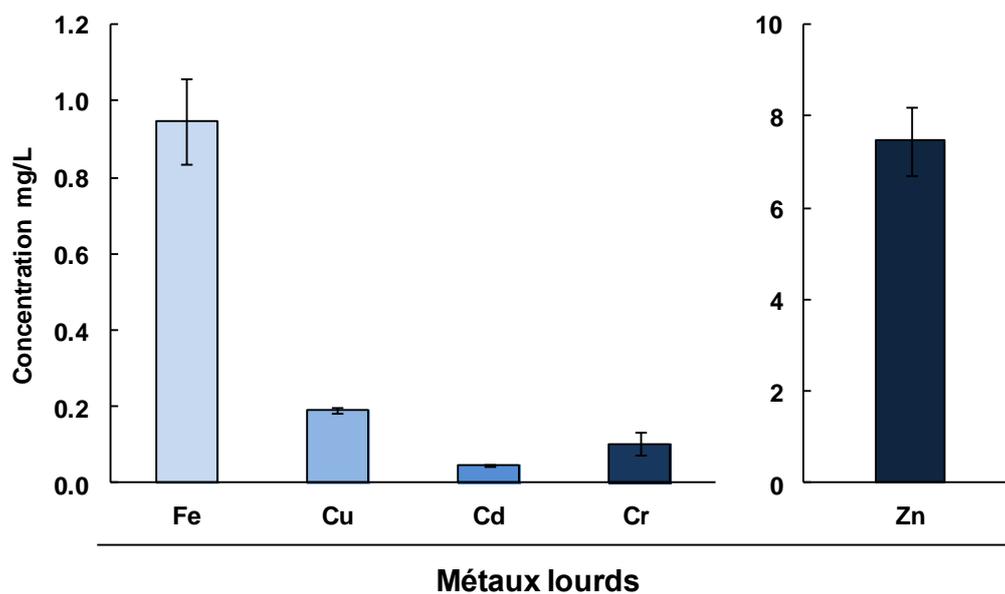


Figure 3. Dosage des métaux lourds dans le lait de vache collecté dans la région de Guelma, (n= 12). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD.

IV Discussion

IV-1 Qualité physico-chimique globale du lait cru

Plus de la moitié des échantillons analysés ont un pH dépassant les normes, et les valeurs se trouvent hors la norme de pH du lait frais fixée entre 6,6 à 6,8, elles peuvent être naturelles dues au stade de lactation, à la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, ou bien développées dues aux conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et de son activité métabolique (**Mathieu, 1998**). Le coefficient de variation pour le point de congélation était faible. Cela nous permet de déduire que l'échantillon analysé était stable et homogène.

La teneur en matière grasse était légèrement supérieure aux normes. La moyenne du taux butyreux trouvée était supérieure par rapport à celle rapportée par (**Belhadi et Yassa, 2004**) et inférieure à celle trouvée par (**Boukir, 2007**) qui est de 32,3 et 38,6 respectivement. Le taux protéique était très stable en comparaison avec le taux butyreux. La modification de la composition du lait par les apports alimentaires est souvent plus importante pour le TB que pour le taux protéique TP (**Bocquier et Caja, 2001**). Toutefois, le bilan énergétique est le principal facteur de variation du TP (**Coulon et D'hour, 1994**) alors que pour le TB les facteurs de variation sont plus nombreux.

L'ensemble des résultats d'analyse tendent à montrer que les valeurs moyennes obtenues pour les critères décrivant la qualité physique et chimique des différents laits réceptionnés se situent dans le cadre des valeurs retenues comme normales pour le lait de vache. Tandis que ceux de l'acidité, extrait sec dégraissé et la matière minérale étaient légèrement inférieurs aux normes admises.

IV-2 Qualité bactériologique globale du lait cru

La qualité bactériologique du lait a été appréciée selon les critères algériens relatifs aux spécifications microbiologiques de lait cru et produits laitiers publiés par le journal officiel de république algérienne (**décret n° 35, JORA, 27 Mai, 1998**). Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du lait et des pratiques de l'hygiène. De même, la flore mésophile aérobie totale est un indicateur, qui nous renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru (**Ghazi et Niar, 2011**). Le dénombrement de cette flore pour les échantillons de lait cru a permis de constater une charge microbienne moyenne importante soit $11,69 \times 10^5$ UFC/mL, cette valeur indique une très mauvaise qualité du lait cru au regard des normes requises qui sont de 10^5 UFC/mL, elle était également très variable.

L'origine de cette contamination est le non respect des bonnes pratiques de production et de stockage. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Aggad et Mahouz (2009)** ; **Hamiroune et al., (2014)** ; **Bachtarzi et al., (2015)** dans d'autre région en Algérie et qui ont trouvé des taux moyens de contamination respectivement de 83×10^4 , $7,2 \times 10^5$ et $28,8 \times 10^6$ UFC/mL.

Les coliformes indiquent en général une contamination fécale et leur nombre est généralement proportionnel au degré de pollution produit par des matières fécales (**Aggad et al., 2010**). La moyenne des dénombrements de ces bactéries d'origine fécale était très variables d'un élevage à l'autre, ceci est purement la résultante d'une situation très différentes en matière de respect des simples règles d'hygiène lors de la traite tel que: le lavage du pis avant et après la traite. Ces niveaux de contamination en coliformes fécaux étaient supérieurs à la norme 10^3 UFC/mL (**JORA, 1998**) pour 96% des échantillons, et sont nettement supérieurs à ceux rapportés par **Ghazi et Niar, (2011)**, dans la région de Tiaret avec une moyenne de 170 UFC/mL, ils sont néanmoins similaires aux résultats obtenus par **Bachtarzi et al., (2015)** dans la région de Constantine avec $3,67 \times 10^5$ UFC/mL, mais sont nettement inférieurs aux résultats rapportés par **Ouinine et al., (2004)** avec $2,0 \times 10^6$ UFC/mL au Maroc.

La traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque que ce dernier est souillé **Ghazi et Niar, (2011)**.

Les *clostridium sulfito-réducteurs* étaient peu présents dans des prélèvements, avec des faibles concentrations. Les moyennes arithmétiques des bactéries dénombrées étaient supérieures aux critères légaux. Une contamination de 30 UFC/mL a été rapportée par **Hamiroune et al., (2014)** dans d'autre région en Algérie. Peu d'études ont été réalisées pour estimer les fréquences de cette bactérie pathogène dans le lait cru de bétail en Algérie (**Kaouche S et al., 2014**). Les seules études, comme celle menée par **Hamdi et al., (2007)**, et qui ont constaté que parmi 153 échantillons de lait recueillis dans des fermes dans les régions d'Alger et Blida, 2,61% ont été contaminés. Dans l'autre étude, ils ont trouvé un taux de contamination de 5,76% (**Boubendir, 2011**).

La faible contamination par *Staphylococcus aureus* était inquiétante surtout lorsque ce germe pathogène constitue un risque réel pour la santé publique dans les produits transformés. Aussi, une contamination au *Staphylococcus aureus* peut produire, dans

certaines conditions, des entéro-toxines thermostables qui peuvent résister aux traitements thermiques (Ashnafi, 1996). Outre, la fréquence de contamination était nettement inférieure à celles décrites par Ghazi et Niar, (2011) ; Hamiroune et al., (2014) et Bachtarzi et al., (2015) dans d'autres régions en Algérie.

IV-3 Tendances de contamination par les métaux lourds

Malgré que certains métaux sont indispensables dans l'homéostasie générale, d'autres peuvent nuire à la santé des consommateurs (ex. cadmium, mercure, arsenic...etc.). Dans la littérature, le mécanisme d'action des métaux est assis complexe, a cela se rajoute la capacité des métaux à traverser la barrière hémato-encéphalique, une bioaccumulation au niveau tissulaire et cellulaire....etc. (Chafaa et al., 2015).

Dans nos résultats préliminaires, le dosage des métaux a révélé des concentrations élevées dans le lait. Ces concentrations sont supérieures aux doses recommandées, surtout pour certains sous-groupes, tels que les nourrissons qui consomment un volume très important de lait (1 L de lait/Jour) (Setchell et al., 1998). Cela confirme l'hétérogénéité des réponses face aux contaminations par les métaux.

Farag et al, (2012) montrent que la concentration du fer dans le lait de vache collecté en Egypte est de 16,38 ppm ; Abdul et al., (2012) au Palatine ont trouvé une concentration de 8,23 mg/mL, contre 1,13 mg/mL publié par Khalil et Seliem, (2013) en Arabie Saoudite. Malgré que ces concentrations sont très hétérogènes, ils sont supérieures à nos résultats et cela est peut être dû à l'alimentation des vaches.

Dans la littérature, sous sa forme libre, le fer peut provoquer des effets négatifs au niveau cellulaire, il peut être à l'origine d'une prolifération de cellules cancéreuses, une croissance bactérienne, mais aussi et dans certaines situations, il peut être considéré comme agent pro-inflammatoire et pro-oxydant qui engendre l'apoptose au niveau cellulaire (Toyokuni, 2002).

Aussi, et lors des différents processus de transformation, il peut interagir avec les lipides dans la phase aqueuse et provoque une forte oxydation avec libération des odeurs désagréables (Lant et al., 2006).

Les résultats obtenues dans nos analyses préliminaires, montrent que le taux de cuivre est inférieur à celui retrouvé dans la littérature (Abdul et al., 2012 ; Farag et al.,

2012). Ceci est peut être dû à l'alimentation des vaches qui joue un rôle déterminant dans la variation des concentrations de cuivre dans le lait (Mitchell, 1981).

Concernant le taux de cadmium, qui est considéré comme l'un des métaux lourds les plus toxiques ; le dosage a révélé une concentration moyenne de $0,046 \pm 0,002$ mg/L. Cette dose correspond à une dose journalière de 0,014 mg/kg PC/J, et selon l'agence Européenne de sécurité des aliments (EFSA) la dose hebdomadaire tolérable est de 2,5 µg/kg poids corporel.

Dans nos essais préliminaires, les échantillons analysés sont fortement contaminés au cadmium ; cependant le risque d'effets indésirables est relativement faible car la DHT n'a pas été calculée sur la base de lésions rénales avérées mais bien sur la base d'un indicateur précoce de variations de la fonction rénale suggérant d'éventuelles lésions pouvant affecter cet organe à un stade ultérieur de la vie (EFSA, 2006).

Dans le même sens, les données publiées par Mohammed et al., (2013) au Pakistan et Farag et al., (2012) en Egypte révèlent des concentrations de cadmium de 0,97 mg/L et 0,288 mg/L respectivement. Cependant, ces résultats ainsi que les notre ne se concordent pas avec ceux publiés par Lante et al., (2006).

Pour le Chrome, le dosage a révélé une dose nettement inférieure aux valeurs indiquées par Islam et al., (2015) au Bangladesh (1,6 mg/L) et par contre, elle dépasse légèrement celle trouvée par Alem et al., (2015) en Ethiopie (0,064 mg/L).

Dans la littérature, le chrome sous sa forme chrome III existe naturellement ; c'est un nutriment essentiel et la forme principale de chrome présent dans les aliments. Il contribue à une métabolisation normale du glucose, des protéines et des matières grasses. Sa dose journalière tolérable (DJT) est de 0,3 milligrammes par kilogramme de poids corporel par jour (EFSA. 2006) ; et elle est bien supérieure par rapport à nos résultats.

Les essais de dosage des métaux dans le lait révèlent des concentrations relativement élevés, elles peuvent par conséquent provoquer des problèmes de santé suite à des expositions chroniques et mêmes à des concentrations inférieures aux DJT.

Conclusion

L'analyse physico-chimique a montré que les laits crus, collectés dans cette région d'étude, présentent globalement une composition comparable aux normes requises d'un point de vue physico-chimique. En revanche, il est important de signaler que malgré la mauvaise conduite de l'alimentation des vaches, ces dernières produisent de laits crus qui présentent une qualité physico-chimique relativement bonne et sont acceptables du point de vue nutritionnel et ayant un taux butyreux élevé. Une grande variabilité a été observée dans le nombre et le type des microorganismes détectés, indiquant un défaut de qualité microbiologique de lait cru fortement affecté par l'absence des mesures d'hygiène, ainsi que le non-respect et la méconnaissance des conditions d'élevage et bien sûr les conditions de sécurité pour le stockage et la livraison de lait.

Les concentrations du Fe, Cu, Zn et Cd dépassent largement le maximum recommandé. Des manipulations supplémentaires sont nécessaires avant de conclure sur le degré de contamination de lait, ainsi que le danger encouru par le consommateur en terme de santé publique.

Références bibliographiques

Abdul, K.A., Swaileh K.M., Hussein R.M., Matani M. 2012. Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine. *Int Food Res J.* 19(3). pp: 1089–94.

Ademola, AK. (2014). Assessments of Natural Radioactivity and Heavy Metals in Commonly Consumed Milk in Oke-Ogun Area, Nigeria and Estimation of Health Risk Hazard to the Population. *J Environ Anal Toxicol*, 4. p: 253.

Afif, A., Faid, M., Najimi, M. 2008. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology.* Vol.7, N°1, pp: 2-7.

AGA, M., Abubakar Musa K.E, Waleed Aboshora WZ. 2013. Evaluation of some physicochemical parameters of three commercial milk products. *Pak J Food Sci.* 23(2). pp: 62–5.

Aggad, H., Bridja, M., Aek, B., Benaouali, M., Djebli, A. 2010. Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World J.Dairy Food Sci.* 5. pp: 21-24.

Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., Kihal, M. 2009. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 160, 12, pp : 590-595.

Alem, G., Tesfahun, K., Kassa, B. 2015. Quantitative determination of the level of selected heavy metals in the cows' milk from the dairy farm of the haramaya university. eastern ethiopia. *Int j chem nat sci.* 3(1). pp: 240–8.

Ali, J.A., Bukar, D.E., Jimoh, N., Hauwa, N.T., Yusuf N., Umar ZT. 2011. Determination of copper, zinc, lead and some biochemical parameters in fresh cow milk from different locations in Niger State, Nigeria. *Afr J Food Sci.*5(3). pp: 156–60.

Amagliani G, Petruzzelli A, Carloni E, Tonucci F, Foglini M, Micci E, Ricci M, Di Lullo S, Rotundo L, Brandi G. 2016. Presence of *Escherichia coli* O157, *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes* in Raw Ovine Milk Destined for Cheese Production and Evaluation of the Equivalence Between the Analytical Methods Applied. *Foodborne Pathog Dis.* 13(11). pp: 626-632.

Anita, S., Rajesh, K.S., Madhoolika, A., Fiona, M.M., 2010. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. *Food Chem Toxicol.* 48. 611–619.

ATSDR. 2004. Toxicological Profile for Copper. In ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. [<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp132.pdf> (consulté le 11 Mai 2017 à 11:02)].

Bachtarzi N., Amourache L., Dehkal G. 2015. Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert -type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria). International Journal of Innovation and Scientific Research. Vol. 17 No. 1 Aug. pp: 34-42.

Belhadi N., Yassa N. 2004. Etude de quelques facteurs de variation de la production et des qualités physicochimiques du lait de vache. Mémoire d'Ingénieur, Université Mouloud MAMMERI Tizi-ouzou.

Bemrah N, Bergis H, Colmin C, Beaufort A, Milleman Y, Dufour B. 2003. Quantitative risk assessment of human salmonellas is from the consumption of a turkey product in collective catering establishments. Int J Food Microbiol. 80(1). pp: 17-30.

Benedito J. 2004. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential

Birghila S., Dobrinas, S., Stanciu, G., Soceanu, A. 2008. Determination of major and minor elements in milk through ICP-AES. Environmental Engineering and Management Journal, **7**. pp: 805-808

Biri, S., Derabla, N., Amoura, I. 2015. Situation et perspectives de développement de la production laitière et des réseaux de collecte et de transformation dans la wilaya de Guelma. Mémoire de Master, (Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie).

Blanco-Penedo, I., Cruz, J.M., López-Alonso, M., Miranda, M., Castillo, C., Hernández J., et al. 2006. Influence of copper status on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. Environment International, 32(7). pp: 901– 906.

Bocquier, F., Caja, G. 2001. Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. INRA Production Animal. 14. pp : 129-140 [http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2001/Prod_Anim_2001_14_2_06.pdf consulté le 15/05/2017 à 20:57].

Boubendir, M., Hamidechi, M.A., Mostakim, M., Elabed, S., Ibn Souda Koraici, S. 2011. Incidence de *Listeria spp* et autre bactéries psychotrophes dans le lait cru bovin dans le Nord Est Algérien. Rev Méd Vêt. 162(5). pp : 256-269.

- Boudalia, S., Benati, D., Boukharouba, R., Chemakh, B., Chemmam, M. 2016.** Physico-chemical properties and hygienic quality of raw and reconstituted milk in the region of Guelma-Algeria. *International Journal of Agricultural Research. Int. J. Agric. Res.*, 2015 March 15. 11. pp: 77-83. [DOI: 10.3923/ijar.77.83]
- Boukir, M. 2007.** Relation entre les modalités de production bovines et les caractéristiques du lait. Cas des exploitations laitières de la wilaya de Tizi-ouzou. Mémoire de Magister, ENSA, El Harrach. Alger. p: 116.
- Bourgeois, C., Mescle, J.F et Zucam. 1990.** Microbiologie Alimentation : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Lavoisier : Techniques et Documentation. p: 422.
- Cai, Q., Long, M.L., Zhu, M., Zhou Q.Z., Zhang, L., Liu, J. 2009.** Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in Guizhou, China. *Environmental Pollution*, 157, p: 3078-3082.
- Chafaa, M., Maatoug, M., Roman Tandlich., Ait Hammou Mohamed. 2015.** bio-surveillance des métaux lourds (pb, zn, cu) a la sortie de la station d'épuration de tiaret (algerie) au moyen des végétaux aquatiques: plante lemna minor, algue spyrogyra link sp et bryophyte fontinalis antipyretica. *European Scientific Journal* January. vol.11, No.3.
- Codex-Alimentarius. 1999.** Norme générale codex pour l'utilisation de termes de laiterie.
- Coulon, J.B., D'Hour, P., Albar , E., Jaworek, M., 1994.** Effet du niveau des apports énergétiques sur les performances de vaches laitières de race Holstein ou Tarentaise. *Ann.Zoote.* 43. pp: 344-368.
- Cuq, J.L. 2007.** Microbiologie Alimentaire. Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.
- DEBRY, G.,** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. vol 566. p : 6
- EFSA. 2004.** Scientific co-operation (SCOOP) report on heavy metals in food.
- European Commission. 2003.** Opinion of the scientific committee on animal nutrition on undesirable substances in feed. European Commission, Health and Consumer Protection Directorate, Brussels, Belgium.

European Commission. 2006. Règlement No 1881/2006 de la commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

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

FAO/WHO. 2002. Codex Alimentarius-general standards for contaminants and toxins

Farag, M., Mohammed, H., Ayman, S., Abd, E.F. 2012. Contamination of Cows Milk by Heavy Metal in Egypt. Bull Environ Contam Toxicol.88. pp: 611–3.

Farid, S., Baloch, M.K. 2012. Heavy metal ions in milk samples collected from animals feed with city effluent irrigated fodder. Greener J Physical Sciences. 2(2). pp: 36–43.

Farmer, A.A., Farmer, A.M., 2000. Concentrations of cadmium, lead and zinc in livestock feed and organs around a metal production centre in eastern Kazakhstan. The Science of the Total Environment, 257, p: 53-60.

Ghazi ., Niar. 2011. Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). TROPICULTURA, 29, 4. pp: 193-196.

GNBCA (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, Canada). 2000. Guide d'alimentation des vaches en lactation et des vaches taries.

Goerg-Günthardt, M. 2004. Sur la trace des métaux lourds, Rapport annuel WSL

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Le Bars, D., Bergère, J.L. 1975. Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. Le Lait 55. pp: 502-516.

Guiraud, J.P. 2003. Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp : 136-139.

Gunnar, F. Nodberg. Bruce, A., Nodberf, F.W., Friberg, L. Handbook. 2007. The toxicology of metals. 3eme edition. Academic Press. P: 1024.

Hamdi, T.M., Naïm, M., Martin, P., Jacquet C. 2007. Identification and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolated in raw milk in the region of Algiers (Algeria). Rev Int J Food Microbiol, 116. pp : 190-193.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodmicro.2006.12.038> consulté le 05/06/2017 à 16:30

Hamiroune, M., Berber, A., Boubekeur, S. 2014. Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique Ann. Méd. Vét., 158. pp : 137-144

IDF Standard. 1979. Metal contamination in milk and milk products. International Dairy Federation Bulletin. A. Doe 37

Institut de l'élevage. 2010. L'épandage des boues d'épuration sur prairies en élevage laitier guide pratique collection synthèse.

Islam MS, Kawser MA, Habibullah MAM, Shigeki M. 2015. Assessment of trace metals in foodstuffs grown around the vicinity of industries in Bangladesh. J Food Compos Anal, 42. pp: 8–15.

Jakob, E., Winkler, H., Haldemann, J. 2009. Critères microbiologiques Pour la fabrication du fromage. Agroscope liebefeld-Posieux groupe de discussions n°77. pp: 5-31.

James Moore, W. 1991. Inorganic contaminants of surface water, research and monitoring priorities. Springer verlag, new york.

JORADP. 27 mai 1998. Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique Et Populaire. Microbiologie N°35.

Kammerer, M., Le Bizec, B. 2009. Les dangers chimiques lies aux denrées alimentaires. Polycopie d'enseignement ENVN, UV75, 4. pp:50.

Kaouche-Adjlane, S., Benhacine, R., Ghozlane, F., Mati, A. 2014. Nutritional and hygienic quality of raw milk in the mid-northern region of Algeria: correlations and risk factors. The Scientific World Journal. 131593. p: 7.[DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/131593> consulté le 28 avril 2017 à 22.30]

Keichinger, O. 2006. Construction des indicateurs de la méthode INDIGO pour les cultures légumières de pleins champs, Document INRA Colmar, p: 52.

Khalil, H.M., Seliem, A.F. 2013. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd) and some Trace Elements in Milk and Milk Products Collected from Najran Region in K.S.A. Life Sci J. 10(2). pp: 648–52.

Klassen, C.D., Watkins, J.B. 2003. Essentials of toxicology Casarett and Doull's. USA. The McGraw-Hill Companies.

- La Torre, A., Bassi, D., Zotta, T., Orrù, L., Lamontanara, A., Cocconcelli, P.S. 2016.** Draft genome sequence of *Clostridium sporogenes* strain UC9000 isolated from raw milk. *Genome Announc* 4(2):e00244-16. [DOI:10.1128/genomeA.00244-16].
- Lant, G., Lomolino, G., Cagnin, M., Spttoli, P. 2006.** Content and characterisation of minerals in milk and in Crescenza and Squaacquerne Italian fresh cheese by ICP-OES. *Food Control* 17. pp: 229–233.
- Leymarios, f. C. 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras.
- Leyral, G., Vierling, É. 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4eme édition Biosciences et techniques. p: 87.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Giofre, F., Martino, D., Calo, M., Naccari, F., 2003.** Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environment International*, 30. pp:1– 6
- López Alonso, M., Benedito, J.L., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., Shore RF. 2002.** Interactions between toxic and essential trace metals in cattle from a region with low levels of pollution. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 42(2). pp:165–172.
- López Alonso, M., Prieto Montaña, F., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., Luis Benedito, J. 2004.** Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. *BioMetals*, 17(4). pp: 389– 397.
- Mathieu, J. 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- Miquel, G. 2001.** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, rapport du Sénat n 261, p: 365, <http://www.senat.fr/rap/100-261/100-2611.pdf> consulter le 1/12/2016 à 15.30.
- Mitchell, E. 1981.** Trace metal level in Queensland dairy products. *Aust J Dairy Technol*, pp:70–73.
- Morre, j. 1974.** Les métaux, agents de pollution du lait. Leur dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique. INRA. V152. p: 139

- Olsson, I-M., Jonsson, S., Oskarsson, A. 2001.** Cadmium and zinc in kidney, liver muscle and mammary tissue from dairy cows in conventional and organic farming. The Royal Society of Chemistry, *J. Environ. Monit.* pp: 531–538.
- Ounine, K., Rhoutaise, A., El Halou, N.E. 2004.** Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. *Al awamia.* pp: 109-110, 187-204.
- Packard, V., Ginn R. 1990.** An evaluation of freezing point changes in raw milk analyzed by Dairy Quality. *Dairy food envi sanit.* 10. pp: 347-351.
- Raiffaud, C., 2001.** Produits bio de quelle qualité parle-t-on ? . *Educagri.* p: 17-18.
- Rodríguez, E.M., Sanz Alaejos, M., Díaz Romero, C. 1999.** Chemometric studies of several minerals in milks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4). pp: 1520–1524.
- Ruqia, N., Muslim, K., Hameed, UR., Zubia, M., Muhammad, M., Rumana, S, Naila, G., Faryal, S, Irum, P., Fathma, S., Muhammad, Z., Noor, UA., Nelofer, J. 2015.** Elemental Assessment of Various Milk Packs Collected From KPK, Pakistan. *Am-Eurasian J Toxicol Sci.* 7(3). pp: 157–61.
- Salah, F., Ahmed, AEA. 2012.** Assessment of Toxic Heavy Metals in Some Dairy Products
- Shnafi, M. 1996.** Effect of container smoking and incubation temperature on the microbiological and ergo a traditional Ethiopian sour milk. *International Dairy J.* 6. p: 94
- Sikirić, M., Brajenović, N., Pavlović, I., Havranek, J.L., Plavljančić, N. 2003.** Determination of metals in cow's milk by flame atomic absorption spectrophotometry. *Czech Journal of Animal Science*, 48(11), pp: 481–486.
- Setchell KD, Zimmer-Nechemias L, Cai J, Heubi JE. 1998.** Isoflavone content of infant formulas and the metabolic fate of these phytoestrogens in early life. *Am J Clin Nutr*;68(6 Suppl):1453S-1461S.
- Sraïri, M.T., Benyoucef, M.T., Kraiem, k. 2013.** The dairy chains in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia): from self sufficiency options to food dependency?. *Springer Plus*, 2. p: 162. [DOI: 10.1186/2193-1801-2-162].
- Sridhara, C.N., Kamala, C.T., Samuel, D., Suman, R. 2009.** Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (69). pp: 513–524.

Tamine, A.Y. 2009. Milk processing and quality management, Society of Dairy Technology (SDS) series. Wiley-Blackwell. pp: 324.

Tir, E., Bounoua, S., Heddar, M., Bouklila N. 2015. Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de lait crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algerie). Université Tiaret. p:27.

Toyokuni, S. 2002. Iron and carcinogenesis: from Fenton reaction to target genes, Redox Rep. 2002;7(4):189-97.

Tripathi, M., Raghunath, R., Sastry, N., Krishnamoorthy, M. 1999. Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. Sci Total Environ 227. pp: 229–235.

Ubifrance. 2014. Importante hausse des importations de lait durant les 4 premiers mois de 2014.

Vignola CL. 2002. Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique. Canada. pp : 3-75.

Vignola, C.L. 2000. Science et technologie du lait transformation du lait. Presse internationale polytechnique. Vol 600. p: 2

Wood, J.M. Biological cycles for toxic elements in the environment. The American Association for the Advancement of Science, Vol 183. [DOI: <https://doi.org/10.1126/science.183.4129.1049> (consulté le 9 juin 2017 à 12:32)]