

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

*Option : Microbiologie environnementale et
infectieuse*

THEME

Etude de la qualité organoleptique, physico-chimique et hygiénique
du lait de chamelle cru et isolement des lactobacilles.

Présenté par :

**Deddah Cheikh
Dahmani Mohamed Amine**

Devant le jury :

Président : Mr. Gacem Mohamed Amine

Rapporteur : Mr. Krantar Kamel

Co-Rapporteur : Mme Tabiche Frayha

Examineur : Mr. Mokhtar Rahmani Mohamed

Soutenu publiquement le : 21/05/2017.

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier DIEU tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donnée durant ces années d'étude, afin que nous puissions arriver à finalisé ce travail.

Premièrement nous remercions chapeusement la Directrice du Laboratoire vétérinaire régional de Laghouat Mm. Bait Soumia qui nous a accueillis au sein de sa structure ainsi que Mm. Khechba Fatna Chef du service Bactériologie et Mm. Tabiche Frayha chef du service d'hygiène et sécurité alimentaire qui ont supervisé notre travail.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre encadreur Mr Krantar Kamel pour, sa disponibilité et le soutien qu'il nous a apporté lors de la préparation de ce mémoire. Un grand merci, pour les conseils qu'il nous a donné tout le long de notre recherche. Nous avons particulièrement apprécié la liberté qu'il a laisse à ces étudiants.

Nos remerciements et notre sincère gratitude s'adressent aux membres de jury qui ont accepté de nous honorées par leur présence en tant qu'examineurs de ce modeste travail.

Enfinement, nous remercions Bouchouireb Hasna, Yagoubi Ines pour leur aide, leurs encouragements et leurs conseils, toute l'équipe du laboratoire de la Biologie et plus particulièrement Fatima, Zahra, Hasima et toute personne ayant contribué de près ou du loin à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail, tout d'abord à
Ma douce et tendre mère. Quoique je fasse, je ne pourrais pas te rendre ce que
tu as fait pour moi.

Si je suis arrivée là, c'est bien grâce à toi. Que dieu te donne une longue vie et
te protège.

A mon cher père
Tes conseils m'ont suivi et m'ont permis d'atteindre le bout du chemin. Sois fier
de moi.

Je dédie ce mémoire avec toute ma gratitude et affection

A mes chère frères: Elkory, Ibrahim, Mohamed

A mes tendres chères sœurs :

Mouna, sahraiya, Saloka, Rokaya, Amel et la petite Nevissa

Qui n'ont jamais

Cessés de m'encourager

A mes chers amis :

Bechir, Ala, Elghaid Mounir, Ghali, Mohamed, cheikh, Hindi, Jaafar et

Ahmedou

A tous mes collègues de la promotion avec qui j'ai partagé la joie et les bons
souvenirs durant ces années.

Et plus particulièrement à Dahmani Med Amine, mon ami et mon binôme
pour son sérieux et son soutien.

Toute ma gratitude et ma sympathie.

Aux personnes qui m'ont encouragé et motivé pour bien réussir

Et bien sûr Merci à Moi-même

Deddah Cheikh

Je dédie ce travail, tout d'abord à
Ma douce et tendre mère. Quoique je fasse, je ne pourrais pas te rendre ce que
tu as fait pour moi.

Si je suis arrivée là, c'est bien grâce à toi. Que dieu te donne une longue vie et
te protège.

A mon cher père
Tes conseils m'ont suivi et m'ont permis d'atteindre le bout du chemin. Sois fier
de moi.

Je dédie ce mémoire avec toute ma gratitude et affection

A mon cher frère: Moustapha

A mes tendres chères sœurs :

Nour el houda, Imene et la petite Chaima

Qui n'ont jamais

Cessés de m'encourager

A mes chers amis :

Liamine, Djaber, Frouk , Soufiane, Hichem

A tous mes collègues de la promotion avec qui j'ai partagé la joie et les bons
souvenirs durant ces années.

Et plus particulièrement à Deddah Cheikh, mon ami et mon binôme pour son
sérieux et son soutien.

Toute ma gratitude et ma sympathie.

Aux personnes qui m'ont encouragé et motivé pour bien réussir

Et bien sûr Merci à Moi-même ^_^

Mohamed Amine

Etude de la qualité organoleptique, physicochimique et hygiénique du lait de chamelle et isolement des lactobacilles.

Résumé

L'objectif de ce travail consisté à étudier quatre échantillons de lait de chameaux, de quatre points de vente différents situés autour de la ville de Laghouat. L'étude consistée à faire des analyses organoleptiques, physico-chimiques, hygiéniques et isolement de souches du genre *Lactobacillus*. Les résultats de l'analyse organoleptique ont montré que les échantillons F1 et F2 ont une odeur légère par rapport aux échantillons C1 et C2 qui ont une odeur forte, mais les quatre échantillons ont la même couleur blanche opaque et le même goût salé. Les analyses physico-chimiques ont révélé que tous les échantillons ont un pH moyen de 6,5, une acidité titrable égale à 19,5 °D, une densité de l'ordre de 1027, un taux de lactose et de matière sèche dégraissée, estimés en moyenne à 4,46% et 11,18% respectivement, ce lait est caractérisé aussi par un apport protéique appréciable de l'ordre de 30,7 g/l avec environ 3,43% de matière grasse. Les résultats d'analyses de la qualité hygiénique ont montré que, les germes aérobies mésophiles totaux sont présents à des taux élevés dépassant la limite d'acceptabilité, par contre les résultats de la recherche des streptocoques fécaux, coliformes fécaux, les clostridiums sulfite-réducteurs et les salmonelles ont été conformes aux normes d'hygiène Algérienne. Cependant l'échantillon F2 montre une contamination par une souche de *Staphylococcus aureus* sensible aux antibiotiques de la famille des Béta-lactamines (Oxaciline et Peniciline). Lors de cette étude on a aussi isolé et identifié deux souches lactiques *Lactobacillus curvatus* LB1 et *Lactobacillus plantarum* LB2 possédant une très bonne activité antibactérienne vis-à-vis des souches de références *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 et de *Bacillus subtilis* ATCC 6633.

Mots clés : Lait de chamelle, normes d'hygiène, *Lactobacillus*, antagonisme microbien et microbiologie du lait.

Study of the organoleptic, physicochemical and hygienic quality of camel milk and the isolation of lactobacilli.

Abstract

The objective of this work was to study four samples of milk from camels, from four different outlets located around the town of Laghouat. The study consisted of organoleptic, physico-chemical, hygienic analyzes and isolation of strains of the genus *Lactobacillus*. The results of the organoleptic analysis showed that the samples F1 and F2 had a slight odor compared to samples C1 and C2 which had a strong odor but the four samples had the same opaque white color and the same salt taste. Physico-chemical analyzes revealed that all samples had an average pH of 6,5, a titratable acidity of 19,5 °C, a density of about 1027, a lactose and dry fat content, Estimated at an average of 4,46% and 11,18% respectively, this milk is also characterized by an appreciable protein intake of the order of 30,7 g / l with about 3,43% of fat matter. The results of hygienic quality analyzes have shown that total mesophilic aerobic organisms are present at high levels exceeding the limit of acceptability, whereas the results of the research of fecal streptococci, faecal coliforms, sulfite-reducing clostridia and *Salmonella* have been compliant with Algerian hygiene standards. However, sample F2 shows contamination with a strain of *Staphylococcus aureus* sensitive to antibiotics of the family Beta-lactamins (Oxaciline and Penicillin). In this study, two lactic strains *Lactobacillus curvatus* LB1 and *Lactobacillus plantarum* LB2 with very good antibacterial activity were also isolated and identified with respect to the strains of reference *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 and *Bacillus subtilis* ATCC 6633.

Key words: Camel milk, hygiene standards, *Lactobacillus*, microbial antagonism and milk microbiology.

دراسة الجودة الحسية, الفيزيوكيميائية و الصحية لحليب الناقة مع عزل العصيات اللبنية

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة أربع عينات من حليب النوق مأخوذة من أربع نقاط بيع مختلفة بمنطقة الأغواط. قامت هذه الدراسة على إجراء تحاليل حسية, فيزيوكيميائية و صحية مع عزل سلالات من صنف العصيات اللبنية (*Lactobacillus*), أظهرت نتائج التحليل الحسي أن العينات الأربعة لها نفس اللون الأبيض الناصع و المذاق المالح, لكن لوحظ اختلاف في الرائحة حيث كانت العينتين (F1, F2) لها رائحة طفيفة أما العينتين (C1, C2) كانت لها رائحة قوية, و أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية أن العينات الأربعة لها معدل الأس الهيدروجيني (pH=6,51), معدل حموضة (19,5 °D), كثافة تقدر بـ (1027), و نسبة لاكتوز و مادة جافة على التوالي (4,46%) و (11,18), كما تحتوي أيضا على نسبة معتبرة من البروتينات (30,7g/l), و نسبة من الدهون تقدر بـ (3,43%), و فيما يتعلق بخصائص الجودة الصحية أثبتت أن مجموع البكتيريا الهوائية متوسطة الحرارة كانت متواجدة بنسبة عالية فاقت الحد الأعلى لمعايير الرقابة الصحية, أما نسبة العقديات البرازية (*Streptocoques fécaux*), القولونيات البرازية (*Coliformes fécaux*), كلوستريديا الحد من سلفيت (*Clostridium sulfito-réducteurs*), و السالمونيلا (*Salmonella*), كانت مطابقة لمعايير الرقابة الصحية المنصوص عليها في الجريدة الرسمية الجزائرية. كما تم العثور في العينة (F2), على سلالة المكورات العنقودية الذهبية (*Staphylocoques aureus*), التي كانت بدورها حساسة إلى المضادات الحيوية من عائلة بيتا لاكتامين (بينيسيلين و اوكساسيلين). كما قمنا أيضا من خلال هذه الدراسة بعزل نوعين من العصيات اللبنية *Lactobacillus curvatus* (LB1) و *Lactobacillus plantarum* (LB2), حيث لاحظنا أن هاذان النوعان لهما القدرة على مقاومة البكتيريا المسببة للأمراض (*Staphylococcus aureus*) ATCC 43300 و *Bacillus subtilis* ATCC 6633.

الكلمات المفتاحية: حليب النوق, معايير الصحة, عصيات لبنية, العداء الميكروبي و ميكروبيولوجيا الحليب.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition chimique moyenne du lait de différentes espèces (g/L) (Alves, 2007)	4
Tableau 2 : Composition en sels minéraux (mg/L) du lait de chamelle (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache.	10
Tableau 3 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Ghaoues, 2011)	11
Tableau 4 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Ghaoues, 2011)	13
Tableau 5 : Constantes physiques du lait de dromadaire et de vache (Kamoun, 1995)	19
Tableau 6 : Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (Dellaglio et al., 1994).	23
Tableau 7 : Caractères de différenciation des espèces de <i>Lactococcus sp.</i> et <i>Streptococcus thermophilus</i> d'intérêt laitier (Sandine, 1988)	24
Tableau 8 : Les caractères distinctifs des espèces du genre <i>Leuconostoc</i> (Garvie, 1986)	26
Tableau 9 : Quelques caractères distinctifs de <i>Lactobacillus</i> (Leveau et al., 1991)	28
Tableau 10 : Quelques exemples de souches appartenant aux trois groupes (Salminen et al., 1998).....	30
Tableau 11 : Les antibiotiques testés et leurs charges	47
Tableau 12 : Résultats des caractéristiques organoleptiques du lait de chammelles cru	53
Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait de chammelles cru	54
Tableau 14 : Représentation des résultats d'analyse physico chimique et organoleptiques et leurs conformités.....	62
Tableau 15 : Résultats du Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux de 4 échantillons de lait de chamelle.....	63
Tableau 16 : Résultats du dénombrement des Coliforme fécaux sur VRBG à 44°C / 48.....	64
Tableau 17 : Dénombrement des streptocoques fécaux à 37°C	65
Tableau 18 : Dénombrement des spores de <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	66
Tableau 19 : Dénombrement des colonies de <i>Staphylococcus sp</i> sur milieu Baird- Parker et l'aspect des colonies sur le milieu Chapman	69
Tableau 20 : Résultats de l'étude macroscopique et microscopique des souches identifiées	70
Tableau 21 : Diamètre d'inhibition (mm) des antibiotiques testé	72
Tableau 22 : Résultats des profils physiologiques et biochimiques des souches LB 1 et LB 2 isolés à partir de de lait de chamelle cru	74
Tableau 23 : Résultats du profil fermentaire (API 50 CHL) des souches isolés	76

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Répartition des fractions azotées du lait (Bessas et al., 2012).....	7
Figure 02 : Différentes sources de contamination du lait cru (Renard, 2014)	21
Figure 03 : Représentation géographique du Laboratoire vétérinaire régional de Laghouat	36
Figure 04 : Représentation géographique d'usine Hodna Lait à M'sila.	36
Figure 05 : Représentation du Protocole expérimentale.	37
Figure 06 : Photo représentant la préparation des échantillons pour le test de la qualité organoleptique.....	39
Figure 07 : Photo représentant la mesure de la densité des échantillons du lait de chamelle cru.	40
Figure 08 : Photo représentative du dosage de la matière grasse d'un échantillon de lait de chamelle par la méthode Gerber.	42
Figure 09 : Photo représentant de la mesure du taux de protéine et du lactose à l'aide d'un Lactoscan.	43
Figure 10 : Photo représentant le remplissage de plaque API 50 CHL.	51
Figure 11 : Histogramme des valeurs du pH des échantillons du lait de chammelles cru.....	55
Figure 12 : Histogramme des valeurs de l'acidité titrable des échantillons du lait de chammelles cru	56
Figure 13 : Histogramme de valeurs de la densité des échantillons du lait de chamelle cru.....	58
Figure 14 : Histogramme du taux de matière sèche totale des échantillons du lait de chammelles cru.	58
Figure 15 : Histogramme du taux de matière grasse des échantillons du lait de chammelles cru...	59
Figure 16 : Histogramme du taux de lactose des échantillons du lait de chamelle cru.	60
Figure 17 : Histogramme du taux de protéine des échantillons du lait de chamelle cru.	61
Figure 18 : Photo représentant le résultat de la recherche des Streptocoques fécaux, A : Test présomptif, B : Test Confirmatif.....	64

Figure 19 : Photo de résultat de la recherche des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur sur milieu VF à 37°C / 48h	66
Figure 20 : Photo représentant le résultat de la recherche de salmonelle sur sur milieu hemtoen à 37°C / 24h	67
Figure 21 : Photo représentant l'aspect des colonies de <i>staphylococcus sp</i> sur milieu Baird-Parker incubé à 37°C / 24h	68
Figure 22 : Photo représentant l'aspect des colonies de <i>staphylococcus sp</i> sur gélose Chapman à 37°C / 24h	69
Figure 23 : Photo du test coagulase Positif	71
Figure 24 : Photo du test catalase positif	71
Figure 25 : Photo représentant les résultats de l'antibiogramme de <i>staphylococcus aureus</i> isolé à partir de l'échantillon F2 de lait de chamelle cru avec les ATB après incubation à 37°C / 24h	73
Figure 26 : Photo représentant l'aspect des colonies de la souche LB 1 (A) et l'aspect des colonies de la souche LB 2 (B) après repiquages successifs par des stries sur gélose MRS incubées 48 heures à 37°C	73
Figure 27 : Photo représentant l'observation microscopique des cellules des souches LB 1 (A) et LB 2 (B) sous microscopie optique (Grossissement ×100 immersion).....	73
Figure 28 : Photo représentant les résultats de la plaque API 50CHL des souches LB1 et LB2	75
Figure 29 : Photo représentant l'interface du logiciel ABIS online : (A) l'identification de <i>Lactobacillus curvatus</i> LB 1 et (B) l'identification de <i>Lactobacillus plantarum</i> LB2.....	77
Figure 30 : (A) l'interaction entre la souche <i>Lactobacillus curvatus</i> (LB 1) et <i>Escherichia coli</i> , (B) l'interaction entre la souche <i>Lactobacillus plantarum</i> (LB 2) et <i>Staphylococcus aureus</i>	78
Figure 31 : Histogramme de diamètres des zones d'inhibitions des souches <i>Lactobacillus curvatus</i> (LB 1) et <i>Lactobacillus plantarum</i> (LB 2) sur les bactéries pathogènes (<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922), <i>Salmonella sp.</i> , <i>Bacillus subtilis</i> (ATCC 6633), <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 27853) et <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 43300)	79

LISTE DES ABREVIATIONS

°D: Degré DORNIC.

ADH : Arginine dehydrolase.

AFNOR : Agence Française de normalisation.

API 50 : Application Programming Interface 50

ATB : Antibiotique.

BEA : Bile esculine azide.

BP: Baird- Parker.

EPT: Eau Peptonée Tamponnée.

EVA: Ethyl-Violet-Azide.

EST : Extrait Sec Totale.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

IND: Indole.

Lac : Lactose.

MG: Matière Grasse.

MH: Mueller Hinton.

MRS: De Man Rogosa et Sharp.

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé.

PCA: Plate count agar.

sp: speces.

TSI: Triple Sugar Iron.

UFC : Unité Formant une Colonie.

VRBG : Violet Red Bile Glucose.

VF : Viande Foie

Sommaire

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....1

CHAPITRE I

Généralités sur le lait de Chamelle

I. Généralités sur le lait de Chamelle 3

I.1. Définition..... 3

I.2. Qualité nutritionnelle du lait des espèces laitières 3

I.2.1. Eau 4

I.2.2. Matière grasse 5

I.2.3. Glucides 5

I.2.4. Matière azotée 6

I.2.5. Matière minérale 9

I.2.6. Vitamines..... 11

I.2.7. Hormones 12

I.2.8. Enzymes..... 12

I.2.9. Cellules somatiques 13

I.2.10. Gaz dissous 14

I.3. Facteurs de variation de la qualité et de la production du lait 14

I.3.1. Facteurs intrinsèques 14

I.3.1.1. Facteurs génétiques 14

I.3.1.2. Stade de lactation 15

I.3.1.3. Etat sanitaire 15

I.3.1.4. Age et nombre de vêlage..... 15

I.3.2. Facteurs extrinsèques 16

I.3.2.1. Conditions de traite 16

I.3.2.2. Facteurs climatiques et saisonnières 16

I.3.2.3. Alimentation 16

I.4. Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du lait de chamelle	17
I.4.1. Le pH	17
I.4.2. Conductivité électrique	17
I.4.3. L'acidité.....	18
I.4.4. La densité	18
I.4.5. Point de congélation	18
I.4.6. Point d'ébullition	19

CHAPITRE II

Microbiologie du lait

II. Microbiologie du lait	20
II. 1. Source de contamination du lait.....	20
II.2. Flore originelle ou lactique	22
II.3. Les Principaux genres de bactéries lactiques.....	24
II.3.1. Les genres <i>Lactococcus</i> et <i>Streptococcus</i>	24
II. 3.2. Le genre <i>Leuconostoc</i>	25
II.3.3. Le genre <i>Lactobacillus</i>	27
II.4. Les bactéries lactiques et les probiotiques.....	30
II.5. Flore indésirable	31
II.5.1. Flore d'altération	31
II.5.2. Indicateurs de contamination fécale	32
I.5.3. Levures et moisissures.....	32
II.6. Les microorganismes potentiellement pathogènes	33
II.6.1. La flore bactérienne.....	33
I.6.1.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	33
II.6.1.2. <i>Salmonella</i>	34
II.6.1.3. <i>Escherichia coli</i>	34
II.6.2. Moisissures	35
I.6.3. Virus	35

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

III.1. Objectif du travail	36
III.2. Lieux du travail.....	36
III.3. Échantillonnage	37
III.4. Caractéristiques organoleptiques.....	39
III.5. Caractéristique physico-chimiques	39
III.5.1. Mesure du pH.....	39
III.5.2. Détermination de l'acidité titrable	40
III.5.3. Détermination de la densité.....	40
III.5.4. Détermination du taux en matière sèche	41
III.5.5. Dosage de la matière grasse (Méthode GERBER).....	41
III.5. 6. Détermination du Taux de protéine et du lactose	42
III.6. Etude de la qualité hygiénique du lait de chamelle collecté.....	43
III.6.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	43
III.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux en milieu solide..	44
III.6.3. Recherche des Streptocoque fécaux en milieu liquide.....	44
III.6.4. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	45
III.6.5. Recherche des germes pathogènes.....	45
III.6.5.1. Recherche des <i>Salmonella</i>	45
III.6.5.2. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	45
III.7. Isolement et identification des lactobacilles	48
III.7.1. Préparation de coagulium	48
III.7.2. Préparations des dilutions décimales en série	48
III.7.3. Purification des isolats.....	48
III.7. 4. Identifications des lactobacilles isolées.....	48
III.7.4.1. Observation macroscopique	48
III.7.4.2. Observation microscopique (Coloration de Gram).....	49
III.7.4.3. Tests biochimiques	49
III.8. Activité antibactérienne	52

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

IV.1. Caractéristiques organoleptiques	53
IV.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	54
IV.2.1. Résultats de la mesure du pH.....	55
IV.2.2. L'acidité titrable.....	56
IV.2.3. La densité	57
IV.2.4. La matière sèche totale	58
IV.2.5. Matière grasse.....	59
IV.2.6. Taux de lactose	60
IV.2.7. Taux de protéine totale	61
IV.3. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	63
IV.4. Dénombrements des indicateurs de contamination fécale	63
IV.4.1. Dénombrement des coliformes fécaux.....	63
IV.4.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux	64
IV.5. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	65
IV.6. Recherche des germes pathogènes.....	66
IV.6.1. Recherche de <i>Salmonella</i>	66
IV.6.2. Recherches de <i>Staphylococcus aureus</i>	67
IV.7. Isolement, purification et identification des lactobacilles	73
IV.7.1. Examen morphologique.....	73
IV.7.2. Observation microscopique.....	73
IV.7.3. Profils physiologiques et biochimiques des souches LB 1 et LB 2	74
IV.7.4. Fermentation des sucres (Galerie API 50 CHL)	75
IV.7.5. Identification des souches LB 1 et LB 2 par ABIS online	77
IV.8. Activité antibactérienne	78
Conclusion.....	80

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme, de par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire. De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés. Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuples nomades qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté. Il est considéré comme l'aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales sahariennes.

Par ailleurs, même si ce lait suscite un engouement de plus en plus important dans le monde pour les aspects singuliers établis qui relèvent son intérêt, il n'en demeure pas moins que notre production nationale en lait de chamelle a été très peu caractérisée sur le plan physicochimique et microbien.

Même s'il présente une composition physico-chimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se distingue néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en Lysozyme, en Lactoperoxydase, en Lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques (**Elagamy et al., 2009 ; Diarra et al., 2002 ; Haddin et al., 2008**).

Le lait n'est pas seulement un aliment nutritif pour l'homme mais il est souvent un milieu de culture idéale pour la croissance microbienne. Par conséquent il peut être sujet à de nombreuses altérations et contaminations lors de la traite ou la collecte par les microorganismes dont certains sont potentiellement pathogènes de point de vue sanitaire. Le lait cru et les produits laitiers contaminés ont été associés à des intoxications alimentaires causées par *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* entérohémorragique.

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de catégorie alimentaire qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Elles occupent des niches écologiques extrêmement variées. Leur capacité à fermenter les hydrates de carbone et, à un moindre degré, de dégrader les protéines et les lipides mène à la synthèse d'une large gamme de composés, tels que les acides organiques, les peptides, les composés antimicrobiens et aromatiques et les

Introduction

exopolysaccharides. Ces métabolites peuvent contribuer aux caractéristiques organoleptiques, technologiques et nutritionnelles des aliments fermentés (**Mozzi et al., 2010**).

En Algérie, un intérêt particulier a été donné aux bactéries lactiques locales, plusieurs travaux sur ces bactéries des laits crus, ont été publiés (**Karam, 1995 ; Zadi, 1998 ; Saisi et al., 2002 ; Guessas et Kihal, 2004 ; Cheriguene et al., 2006 ; Idoui, 2008**). De même, des résultats de recherches sur la flore lactique du beurre traditionnel de vache, de brebis et de chamelle, ont été couronnés par des publications (**Kacem et Karam, 2006 ; Idoui et Karam, 2008 ; Idoui et al., 2009**).

Notre présente étude a pour objectif de répondre à la nécessité d'étudier les caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques, hygiéniques de quatre échantillons de lait de chamelle cru et l'isolement de quelques souches de lactobacilles, ainsi que la mise en place d'une application antibactérienne des lactobacilles isolés.

Notre manuscrit est structuré en trois parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de deux chapitres, le premier présente un aperçu sur généralités sur lait de chamelle cru, qualité nutritionnelle, facteurs de variation de la qualité et de la production, les caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques. Le deuxième chapitre traite de la microbiologie du lait de chamelle cru, sources de contaminations, la flore lactique originelle ces caractéristiques, flore indésirable et les microorganismes potentiellement pathogènes.

La seconde partie du manuscrit est consacré au chapitre matériels et méthodes, ainsi qu'au chapitre résultats et discussion.

Finalement, une conclusion générale permet de récapituler les principaux résultats de ce travail.

CHAPITRE I

Généralités sur le lait de Chamelle

I. Généralités sur le lait de Chamelle

I.1. Définition

Le lait est un liquide blanc, opaque sécrété par les glandes mammaires de la femme et des femelles des mammifères, c'est un aliment très riche en graisses émulsionnées, en protides, en lactose, en vitamines, en sels minéraux et qui assure la nutrition des jeunes au début de leur vie (**Larousse, 2005**).

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

La pasteurisation et la stérilisation à ultra haute température (UHT) sont des techniques de conservation du lait par traitement thermique. La pasteurisation s'effectue à 71,5°C pendant 15 secondes, puis le lait est rapidement refroidi à 4°C. Cette technique permet de conserver au mieux les qualités gustatives du lait cru. Le lait pasteurisé doit être conservé au réfrigérateur (entre 7 et 15 jours selon la date indiquée sur l'emballage). La stérilisation UHT consiste à porter le lait à plus de 135°C pendant 3 secondes seulement avant de le refroidir. La rapidité du traitement permet de préserver les qualités nutritionnelles du lait. Le lait UHT se garde entre 90 et 150 jours à température ambiante (**<http://www.cerin.org>**).

I.2. Qualité nutritionnelle du lait des espèces laitières

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants: eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre (Tableau 01). Cette variabilité peut dépendre de la nutrition, du stade de lactation, de l'âge, de l'époque de l'année et du débit lacté.

Tableau 01 : Composition chimique moyenne du lait de différentes espèces (g/L) (Alves, 2007).

	Matière sèche	Matière protéique	Lipides (MG)	Lactose	Cendres (MM)	Calcium (Ca)	Phosphore
Chamelle	121	34	35	48	8,3	1,31	0,8
Vache	132	35	38	50	7,2	1,25	0,95
Brebis	185	60	70	45	8,7	1,9	1,5
Buffle	174	38	77	48	7,8	1,8	1,8
Jument	105	25	16	61	4,5	1	0,6
Femme	120	13	39	70	2	0,3	0,15
Chèvre	115	34	35	45	8	1,35	1

Chez toutes les espèces, le lait apparait comme un aliment riche en calcium et en phosphore (à l'exception du lait de femme), en lactose, en matières grasses et en protéines. Parmi ces laits, le lait de vache est un lait relativement pauvre en matière grasse, moyennement riche en lactose et en protéines et assez riche en calcium et en phosphore. Le lait de brebis est particulièrement riche en lipides et en protéines, ce qui explique son utilisation majoritairement dans la fabrication fromagère, alors que la composition du lait de chèvre s'apparente plus celle du lait de vache (Alves, 2007).

I.2.1. Eau

La teneur en eau varie en fonction de sa disponibilité dans l'alimentation. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale. D'une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon. En cas de restriction des chamelles en eau alimentaire, le lait se traduit par une dilution (86%), dans un régime déficient, elle s'élève à 91%. Il semble que c'est un mécanisme d'adaptation au manque d'eau permettant de protéger le chamelon de la soif (Siboukeur, 2011).

I.2.2. Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras. La teneur en matière grasse du lait est appelée taux butyreux (**Florence, 2010**).

Le lait contient en moyenne 40 g de matières grasses par Kg. Celles-ci se composent de 97% de triglycérides (trois acides gras attachés à une molécule de glycérol) et de 1% de phospholipides. Le reste étant constitué de stérols et des vitamines liposolubles, qui ont un rôle nutritionnel et organoleptique déterminant (**Rouille et al., 2011**).

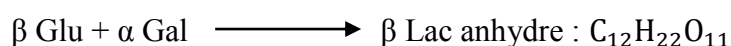
L'origine des acides gras du lait est double : soit synthétisée au niveau de la mamelle à partir de précurseurs sanguins : l'acétate et le butyrate d'origine ruminale. Ces acides gras sont nettement plus abondants dans le lait des ruminants que dans le lait des monogastriques. Soit directement prélevés dans le plasma sanguin. Ils proviennent de l'alimentation, des réserves adipeuses ou d'une synthèse dans d'autres tissus que la mamelle (**Gerard et al., 2007**).

La teneur en matière grasse du lait de dromadaire est comprise entre 1,2 et 6,4% (**Al Haj et Al kanhal, 2010**). Une forte corrélation positive a été trouvée entre la matière grasse et la teneur en protéines (**Haddadin et al., 2008**). D'après (**Yagil et Etzion, 1980**) la teneur en matière grasse du lait de chamelle passe de 4,3 à 1,1 % dans le lait produit par des chamelles assoiffées.

Le beurre ne peut être produit qu'à partir de la crème du lait camelin à une température de barattage relativement élevée de 20 °C à 25 °C versus 8 °C - 12 °C pour la fabrication du beurre de lait bovin (**Farah, 2004**).

I.2.3. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose ; c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre. C'est un disaccharide constitué par de l' α ou β glucose uni à du β galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 lactoses (**Bachtarzi, 2012**).



Le lactose est le seul glucide libre dans le lait, synthétisé par la glande mammaire à partir du glucose prélevé dans le sang. Il joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentescibilité. Il peut être hydrolysé par

les acides forts, mais surtout par la lactase. La saveur sucrée du lactose est faible; lorsqu'on impute au saccharose une valeur arbitraire de 100%, celle du lactose atteint environ le tiers (de 27 à 39%) (**Florence, 2010**).

I.2.4. Matière azotée

La matière azotée de lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote minérale du lait. Les protéines se répartissent en 2 phases : une phase micellaire représente la caséine totale (environ 78% des protéines du lait) du lait. Elle est formée par quatre protéines individuelles (**Bachtarzi, 2012**).

- ✓ Alpha-caséine : caséine α_{s1} (36%) et caséine α_{s2} (10%).
- ✓ Beta-caséine : caséine β (34%).
- ✓ Kappa-caséine : caséine κ (13%).

Gamma-caséine : caséine γ (7%) qui est un produit de la protéolyse de la β -caséine. Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation. Elle constitue le fondement de la transformation du lait en fromage et en laits fermentés (**Ramet, 1985**).

La deuxième phase ou la phase soluble, englobe les protéines du lactosérum (β -lactoglobuline et α -lactalbumine, séralbumine et immunoglobuline plus les protéases peptones) qui représentent 17% de la matière azotée.

Les protéines du lactosérum sont des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riche en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique (**Ghaoues, 2011**).

La teneur moyenne en caséine et en protéines lactosériques dans le lait de chamelle varient entre 1,9 et 2,3% et entre 0,7 et 1,0% respectivement (**Farah, 1996**). Les valeurs en azote caséinique, en azote des protéines lactosériques et en azote non protéique, exprimées en pourcentage de l'azote total, sont respectivement comprises entre 71% et 76%, 17% et 23% et 4,6% et 5,8 % (**Farah, 1996**).

Compositions azotés du lait

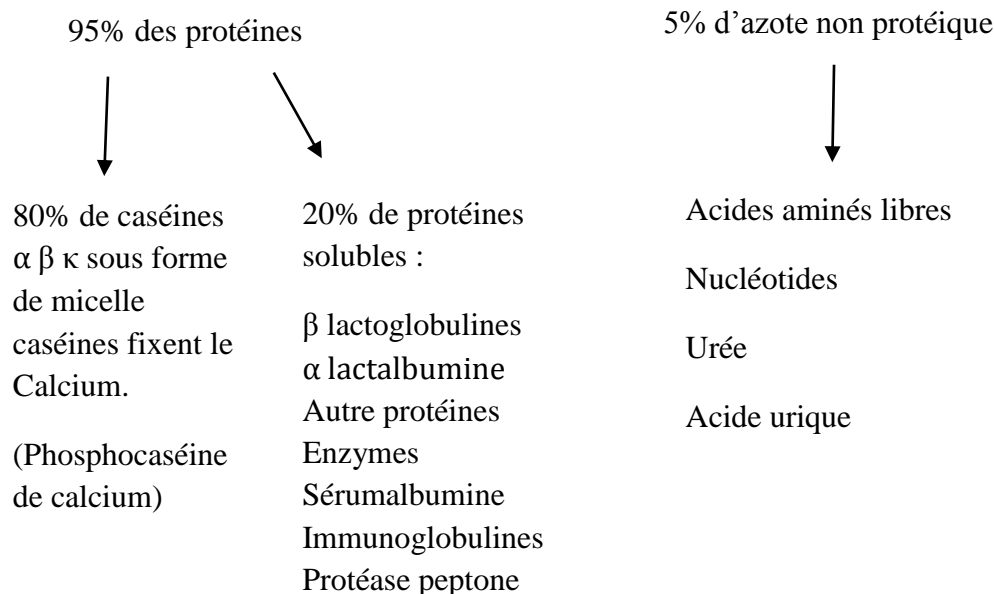


Figure 01 : Répartition des fractions azotées du lait (**Bessas et al., 2012**).

Les valeurs de la figure 01 indiquent généralement que les distributions de protéines et de fractions azotées dans le lait de chamelle sont presque similaires à celles du lait de vache (**Bessas et al., 2012**). Le lait de chamelle, cependant, semble contenir une quantité un peu plus élevée en azote non protéique que le lait de vache (**Farah, 1996**).

✓ Azote non protéique

Sa teneur est plus élevée que celle retrouvée dans le lait de vache (**Kappeler, 1998**). Cette fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en urée, acides aminés libres, créatine, nucléotides, certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, de la taurine, de la créatinine (**Boudjenah, 2012**), de l'acide hippurique et de l'ammoniac (**Faye et al., 2010**).

✓ Azote protéique

Le lait de chamelle est une source importante de protéines et d'énergie pour les habitants du désert car il contient tous les acides aminés essentiels (**Azza et al., 2007**). La teneur totale en protéines du lait de chamelle est semblable à celles du lait

de vache. Les valeurs sont dans la gamme de 27 g/l à 40 g/l et le rapport de protéines de lactosérum à la caséine est d'environ 0,4 et donc plus élevée que dans le lait de vache qui est d'environ 0,2 (**Kappeler, 1998**).

Comme le lait des autres espèces, on peut privilégier deux fractions des protéines dans le lait de chamelle et qui peuvent être distinguées selon leur solubilité en milieu acide (les caséines et les protéines du lactosérum). D'après (**Wangoh et al., 1998**), les caséines précipitent à leur pH isoélectrique qui est d'environ 4,3 alors que les protéines du lactosérum restent solubles dans cette zone de pH.

✓ Caséines

Les caséines sont les principales protéines dans le lait de chamelle. Le lait de dromadaire contient à peu près 1,63 à 2,76 % des caséines qui représentent environ 52 à 87 % des protéines totales (**Khaskheli et al., 2005**). La caséine β est la principale fraction caséinique (65%) du lait de chamelle suivie de la caséine α S1 (21%) , contre 36% et 38% respectivement dans le lait de vache (**Al Haj et Al kanhal, 2010**).

Le lait de chamelle est similaire au lait humain en ce qui concerne ce pourcentage élevé en β -caséine, ce qui pourrait refléter son taux de digestibilité plus élevé et une plus faible incidence allergique dans l'intestin des nourrissons que le lait bovin ; la caséine β est plus sensible à l'hydrolyse peptidique que la caséine α S (**El-Agamy et al., 2009**).

✓ Protéines du lactosérum

Les protéines de lactosérum sont la deuxième composante principale des protéines de lait camelin, elles constituent 20 à 25% des protéines totales. La teneur en protéines lactosériques dans le lait de chamelle se fluctue entre 0,9 à 1,0 % de la composition globale du lait et elle est plus importante que celle du lait de vache, avec 0,7-0,8 % (**Al-Alawi et Laleye, 2011**).

Près de 90% des protéines de lactosérum est constitué de : l' α -Lactalbumine, le sérum albumine, les immunoglobulines et la Lactoferrine, le reste étant des protéines mineures telles que les protéines de reconnaissance du peptidoglycane (PGRPs), la Lactoferrine, le Lysozyme, les Protéose-peptones, la Lactoperoxydase (**El-Hatmi et al., 2007**).

La composition en protéines lactosériques du lait camelin est différente de celle du lactosérum du lait bovin, où le lait de chamelle semble déficient en β -

Lactoglobuline (Siboukeur, 2007), comme c'est le cas du lait humain (El- Agamy et al., 2009). Cette protéine a été signalée comme étant l'une des principales sources d'allergie du nourrisson, ce qui limite l'utilisation du lait de vache pour la préparation du lait maternisé (Salami et al., 2008). L' α -Lactalbumine est la principale composante de la fraction protéinique du lactosérum camelin. A l'opposé, la β -Lactoglobuline représente la composante principale (50%) des protéines lactosériques bovines, suivie par l' α -Lactalbumine (25%) (Al Haj et Al Kanhal, 2010).

Le lactosérum de chamelle est de couleur blanche, celui de la vache est verdâtre. Ceci est attribué à la concentration accrue des petites particules de caséines et des globules gras dans le lactosérum du lait de chamelle, ou peut-être en raison de la faible concentration en riboflavine (Al Haj et Al Kanhal, 2010). Certaines propriétés des protéines de lactosérum de lait de chamelle ont été jugées différentes de celles des protéines du lactosérum d'autres espèces. La stabilité thermique des protéines du lactosérum de chamelle s'est avéré être considérablement plus élevée que celle des protéines du lactosérum bovin ou de bufflesse (Al-Alawi et Laleye, 2011).

I.2.5. Matière minérale

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme (Tableau 02). La matière minérale et saline du lait constitue environ 9 g/l. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions). Une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) (Boubezari, 2010).

Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaires du calcium, phosphore, potassium, magnésium, chlore, citrate et sodium, pour lesquels ils couvrent plus de la moitié de nos besoins journaliers. Ce sont des éléments plastiques intervenant dans l'ossification, et leurs apports sont cruciaux pour les sujets jeunes et âgés (Gerard et al., 2008).

Le lait contient également les oligo-éléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor, l'iode, le sélénium, l'aluminium, le manganèse et le molybdène (Arrou et Bennaceur, 2010).

Les variations de la teneur en minéraux ont été attribuées à la race, l'alimentation, les procédures analytiques, l'apport en eau (Al Haj et Al Kanhal, 2010), l'état

sanitaire de l'animal et le stade de la lactation (Farah, 2004). Le lait de chamelle est une source riche en chlorure (Khaskheli et al., 2005) en raison des fourrages consommés par les dromadaires, comme Atriplex et Acacia, qui contiennent généralement une forte teneur en sel (Yagil, 1982). La réduction des principaux composants du lait et l'augmentation de la teneur en chlorure du lait des chameaux déshydratés pourrait être une autre cause pour le goût salé dans le lait de chamelle (Al Haj et Al Kanhal, 2010).

Tableau 02: Composition en sels minéraux (mg/L) du lait de chamelle (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Pb	Référence
Lait de chamelle	1060	120	630	690	1560	<u>2,6</u>	4,4	<u>1,6</u>	<u>0,2</u>	--	--	(Yagil et Etzion, 1980)
	1078	122	641	702	1586	<u>2,64</u>	4,47	<u>1,63</u>	<u>0,20</u>	--	--	(Sawaya et al., 1984)
	1310	140	510	270	450	0,4	0,1	0,02	--	--	--	(Gnan et Shereha, 1986)
	1160	8-0	710	360	620	--	--	--	--	--	--	(Hassan et al., 1987)
	300	45	--	431	725	<u>2,8</u>	--	--	--	--	<u>1,8</u>	(Elamin et Wilcox, 1992)
	1462	108	748	902	2110	<u>3,4</u>	2,9	0,1	2,0	0,1	--	(Bengoumi et al., 1994)
	1180	125	889	688	1464	<u>2,34</u>	6,00	<u>1,42</u>	<u>0,80</u>	--	--	(Mehaia et al., 1995)
	1182	74	769	581	1704	<u>1,3</u>	5	--	<u>0,1</u>	--	--	(Gorban et Izzeldin, 1997)
	1230	90	1020	660	1720	--	--	--	--	--	--	(Attia et al., 2000)
Lait de vache	°1000-1500	°100-150	°750-1200	°350-1000	°1200-1800	*0,20-0,50	*2,00-5,00	*0,02-0,15	*0,03-0,05	*0,01-0,05	*0,04-0,08	(°) : selon (Mietton et al., 1994) (*):selon (Luquet, 1985)

(- -) : non déterminé

I.2.6. Vitamines

Le lait de chamelle contient diverses vitamines (Tableau 03), telles que les vitamines : C, A, E et le groupe B (Siboukeur, 2007). Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C. Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans les laits camelin sont rapportés (Farah, 1993), il n'en demeure pas moins que les teneurs signalées autour de 36 mg/l selon (Farah et al., 1992) sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon (Mathieu, 1998). Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité (Siboukeur, 2007).

Tableau 03: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Ghaoues, 2011).

Vitamines liposolubles	Teneur moyenne
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	Teneur moyenne
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

I.2.7. Hormones

Les hormones que l'on peut retrouver dans le lait appartiennent aux protéohormones et hormones peptidiques et aux hormones stéroïdes. La principale hormone est la prolactine qui régit la production du lait de la mère. Personne ne pense qu'avec un verre de lait, il avale un cocktail d'au moins 20 différentes hormones dont le rôle est d'aider l'organisme du jeune veau, à démarrer de façon optimale. Ce sont les hormones de croissances qui sont au même temps impliquées dans les cancers.

Le même verre de lait donne une dose d'hormones sexuelles, estrogène et progestérone qui interviennent dans des problèmes de stérilité et de puberté précoce chez les femmes et surtout dans le cancer du sein (**Ane et al., 2014**).

I.2.8. Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protidique, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (Tableau 04). Plus de 60 enzymes principales ont pu être isolées du lait ou dont l'activité a été déterminée. La moitié d'entre elles sont des hydrolases.

Ces enzymes sont soit originelles du lait ou bien produites par des bactéries, dont leurs rôle est très important en fonction de leurs propriétés :

- ✓ Lyses des constituants originels du lait : ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipases, protéases).
- ✓ Rôle antibactérien, elles apportent une protection au lait : bactéricide (lactoperoxydase et lysozyme) (**Bachtarzi, 2012**).

Tableau 04 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (**Ghaoues, 2011**).

Groupe d'enzyme	Classes d'enzymes	pH	T° (°C)	Substrats
Hydrolases	<u>Estérases</u>			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	phosphoriques
	<u>Protéases</u>			
	Lysozyme		37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine		37	Caséines
Déshydrogénases ou oxydases	Sulphydrile oxydase	7		Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8.3		Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs+ H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

I.2.9. Cellules somatiques

Le lait contient toujours une certaine quantité de cellules, en plus de ses différents composants (eau, lactose, gras, protéines, minéraux et vitamines). Les deux grands types de cellules somatiques rencontrés sont les cellules épithéliales et les leucocytes. Les cellules épithéliales sont des cellules qui tapissent normalement l'intérieur du pis et qui se sont détachées des alvéoles, alors que les leucocytes (des lymphocytes B ou T) : 17 à 27 %, des leucocytes polynucléaires neutrophiles : 0 à 11 %) sont des cellules du système immunitaire (**Serigne, 1997**). Même en l'absence d'infection intra-mammaire, plus de 85% des cellules somatiques du lait sont des leucocytes, alors que cette proportion passe à plus de 99% si le quartier doit combattre une infection (cas de mammite) (**Haj Mbarek et M'sadak, 2014**).

Le nombre de cellules par ml de lait varie normalement entre 5000 et 10 millions environ (**Mireille et Kouame-Sina, 2013**).

I.2.10. Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂), du diazote (N₂) et du dioxygène (O₂).

I.3. Facteurs de variation de la qualité et de la production du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, âge, état sanitaire ...) soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (conditions de traite, climat, alimentation). Les facteurs génétiques et alimentaires restent donc les principaux leviers d'action. Mais si la sélection génétique a un effet moyen et à long terme, l'alimentation, elle peut agir rapidement (**Boubezari, 2010**).

I.3.1. Facteurs intrinsèques

I.3.1.1. Facteurs génétiques

La génétique a une forte influence sur le niveau de production et plus encore sur les taux, notamment de matière grasse (qui décide du rendement en beurre) et de protéines (qui commandent fortement le rendement en fromage) (**Roger, 1988**).

Il existe de grands écarts dans la composition chimique du lait d'une race à l'autre, surtout pour la teneur en matière grasse.

Concernant l'effet de race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2,6 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (**Ramet, 1993**). Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (somalienne) produisant en moyenne 8 litres par jour pendant huit à 16 mois, soit une production de l'ordre de 2 000 litres par lactation. Un maximum de production laitière journalière de 18,3 et 14 kg par tête a été observé respectivement chez les races Malha et Wadha (**Chethouna, 2011 ; Ben-Aissa, 1989**) note que les populations camelines algériennes, (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9 l/j)

I.3.1.2. Stade de lactation

Le stade de lactation a eu un effet sur la quantité de lait produite, corrélée avec la qualité physico-chimique du lait. 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, elles chutent jusqu'à un minimum au deuxième mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois dernier mois de lactation (**Adjas, 2015**).

I.3.1.3. Etat sanitaire

En cas d'infection, l'altération de la capacité de filtration de la mamelle conduit à une mobilisation accrue des éléments d'origine sanguine, ce qui provoque l'augmentation de la teneur du lait en protéines solubles et en minéraux (**Abdelilah, 2011**).

La plupart des troubles parasitaires (trypanosomiase, parasitisme gastro-intestinal, parasitisme externe) interfèrent avec la production. En milieu pastoral, l'utilisation d'intrants vétérinaires classiques destinés à la prévention contre les maladies parasitaires permet d'augmenter la production laitière des chameaux de plus de 65 pour cent (**FAO, 1998**).

I.3.1.4. Age et nombre de vêlage

La quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5eme, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7ème vêlage.

Le vieillissement des chameaux provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. 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 croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Bachtarzi, 2012**).

I.3.2. Facteurs extrinsèques

I.3.2.1. Conditions de traite

La production d'un lait de bonne qualité nutritionnelle et hygiénique n'exige pas des installations coûteuses dans la ferme, mais surtout un suivi rigoureux et permanent des bonnes pratiques d'hygiène tout le long du circuit de sa production notamment à la traite.

Généralement, le chamelon est mis à téter pendant quelques minutes en début de traite pour favoriser la montée du lait, puis il est écarté pour la suite de la traite qui est faite manuellement. Une traite conduite sans stimulation mécanique préalable donne des rendements inférieurs en lait. La traite doit être exécutée par une personne acceptée par le dromadaire, le changement du trayeur habituel entraîne très souvent une importante rétention lactée (**Ramet, 1993**). Enfin il apparaît également que le nombre de traites influence la production laitière journalière. Généralement les animaux sont traités de deux à quatre fois par jour, parfois jusqu'à six à sept fois (**Ramet, 1987**).

I.3.2.2. Facteurs climatiques et saisonnières

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le taux butyreux passe par un minimum en juin à 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 (**Lazar, 2014**).

Les variations dans la concentration des paramètres nutritionnels du lait selon la saison s'expliquent surtout par la disponibilité alimentaire. La saison chaude, se caractérise par un appauvrissement du pâturage et à un épuisement des stocks alimentaires (**Kalandi et al., 2015**).

I.3.2.3. Alimentation

Comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant. En effet, selon l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois

le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (**Farah, 1993**).

I.4. Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du lait de chamelle

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, de la traite ou de l'allaitement. Elles sont aussi tributaires de la nature de l'alimentation des animaux. Il a un goût assez doux, légèrement âpre et parfois salé. A la traite et lors des transvasements, il forme une mousse abondante. Comparé au lait de vache, le lait de chamelle s'acidifie très peu. Il peut être conservé longtemps sans réfrigération (3 jours à 30°C et 2 semaines à 7°C) (**Senoussi, 2011**).

I.4.1. Le pH

Le pH du lait normal est de l'ordre de 6.7, cela est due en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, aux groupements esters phosphoriques de caséines et aux acides phosphoriques et lactique. Les valeurs du pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines (**Baira et Cheraa, 2013**).

I.4.2. Conductivité électrique

Elle est utilisée pour évaluer la teneur ionique totale du lait et est définie comme la mesure de la résistance électrique de la solution en ohms réciproques (ohms). Les éléments qui contribuent le plus à la conductivité sont le sodium, le potassium et les ions de chlorure. Comme les quantités de sodium et de chlorure augmentent en cas de mammite, des mesures de la conductivité du lait sont employées pour détecter des cas cliniques de la maladie.

I.4.3. L'acidité titrable

L'acidité titrable du lait exprimée en degrés DORNIC correspond à une quantité d'acide lactique que l'on neutraliserait avec de la soude en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré de telle sorte qu'1°D équivaldrait à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (**Hadef, 2015**).

L'acidité naturelle du lait est principalement due à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates, CO₂, et acides organiques le plus souvent l'acide citrique. L'acidité du lait est de 14 à 17° D (**Belili et Boulahdid, 2014**).

Sous l'effet des bactéries lactiques, la teneur en acide lactique augmente et donne une nouvelle acidité nommée acidité développée. (**Benallegue et Debbeche, 2015**).

I.4.4. La densité

La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. À 15°C elle varie de 1.028 à 1.035 pour une moyenne de 1.032 (**Baira et Cheraa, 2013**).

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**).

I.4.5. Point de congélation

La mesure du point de congélation du lait de troupeau est couramment utilisée pour contrôler l'absence de mouillage lors de la traite, de la conservation ou de la collecte. Le cas échéant, la quantité d'eau additionnée est évaluée en comparant cette mesure au point de congélation authentique du lait, qui est normalement compris entre - 0,525 et - 0,530° C (**Parguel et al., 1994**).

I.4.6. Point d'ébullition

En raison des composants dissous, le point d'ébullition du lait est plus élevé que celui de l'eau pure et se situe entre 100,07 et 100,15°C.

Le pH du lait camelin se situe autour de 6,6 et l'acidité est de l'ordre de 15(°D) degré Dornic. Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034 avec une viscosité moyenne de 2,2 centpoise (**Hassan et al., 1987**) cité par (**Siboukeur, 2007**).

Selon (**Kamoun, 1995**) (Tableau 05), le lait de dromadaire est plus acide et moins dense et sa viscosité est plus faible que le lait de vache

Tableau 05 : Constantes physiques du lait de dromadaire et de vache (**Kamoun, 1995**).

	Dromadaire (n=183)		Vache (n=10)	
	Moyennes	E. types	Moyennes	E. types
pH	6,51	0,12	6,65	0,02
Acidité	15,6	1,4	16	1
Densité	1,028	0,002	1,032	0,001

CHAPITRE II

Microbiologie du lait

II. Microbiologie du lait

Divers microorganismes peuvent être retrouvés dans les laits crus. Les plus rencontrés sont les bactéries, mais des levures, des moisissures, des virus et divers protozoaires peuvent également être présents. Ils diffèrent notamment par leur taille et leur niveau de complexité (**Laithier, 2011**).

Un litre de lait cru contient plusieurs milliards d'êtres microscopiques. Cette caractéristique différencie le lait cru des laits traités thermiquement ou micro filtrés. Ce monde microbien appelé flore microbienne a des implications à plusieurs niveaux. La diversité microbienne est utile pour la transformation des produits laitiers mais peut aussi impliquer la présence de bactéries potentiellement dangereuses pour la santé humaine (**Renard, 2014**). Avec pour résultante l'altération du produit ou les infections/intoxications chez les consommateurs (**Mireille et Kouame-Sina, 2013**).

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène ne normale renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (37°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides (**Benallegue et Debbeche, 2015**).

Les microorganismes du lait sont quatre groupes : virus, bactéries, levures, moisissures ; répartis selon leur importance en deux grandes classes : la flore indigène ou originale et la flore de contamination, ce dernier est subdivisé en deux classes : la flore d'altération et la flore pathogène (**Vignola et Carole, 2002**).

II. 1. Source de contamination du lait

Le lait d'un animal parfaitement sain traité aseptiquement, est normalement dépourvu de micro-organismes, les sources de contamination probables du lait sont schématisées sur la figure 02.

A la sortie de la mamelle, le lait est à la température de l'animal (37°C). Malgré cette condition favorable à la multiplication de nombreux germes, ceux-ci sont inexistant pendant les quelques heures qui suivent la traite, en raison du pouvoir bactériostatique du lait frais (**FAO, 1998**).

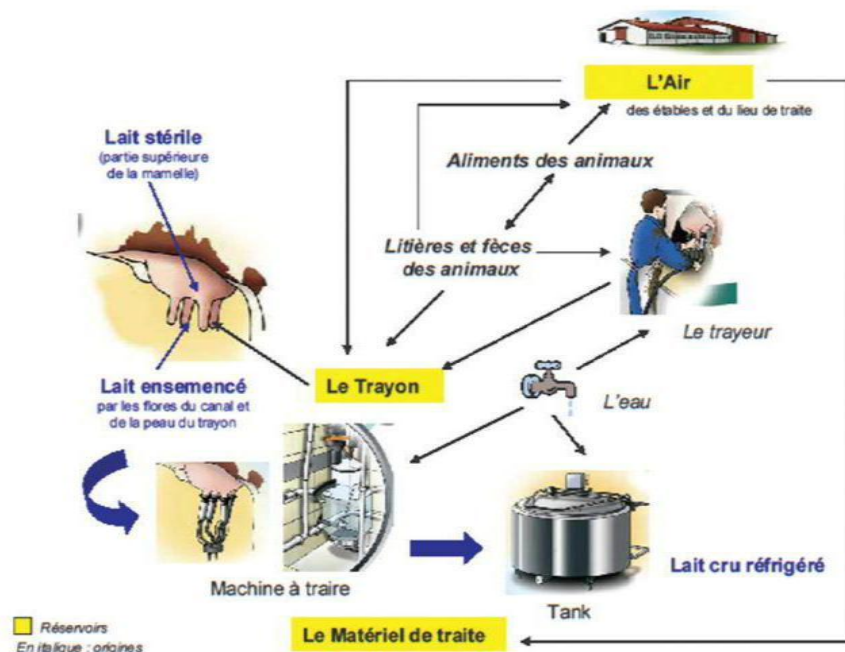


Figure 02 : Différentes sources de contamination du lait cru (Renard, 2014).

Dans le lait, il existe des inhibiteurs naturels qui peuvent agir sur le développement des micro-organismes. Parmi eux, on distingue les systèmes liés à la composition physicochimique du lait (système lactoperoxydase-thiocyanateperoxyde d'hydrogène, lactoferrine, acides gras libres), et ceux liés à l'état immunitaire de l'animal (production d'anticorps, de cellules). Cependant 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. Le nombre de germes est très faible, généralement inférieur à 5000 UFC/ml. Ils proviennent de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon.

Ainsi, hormis 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. Le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté du trayeur, de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte du lait (eau de traite, seaux à traire, machines à traire) et, enfin, du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (Adesiyun *et al.*, 2007).

II.2. Flore originelle ou lactique

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs (Mezdoud, 2011).

Les bactéries lactiques sont dépourvues de pouvoir pathogène, elles peuvent avoir un intérêt technologique hygiénique ou être indifférentes (Belili et Boulahdid, 2014). Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles tel que : *Lactococcus*, *Lactobacillus* et *Leuconostoc* (Dieng, 2001).

D'après le travail de (Karam N-E et Karam H, 1994), sur Huit échantillons de laits crus de chamelle ont été collectés à partir de huit animaux différents elles peuvent d'isoler quatre-vingt-une souche de bactéries lactiques se distribuent comme suite :

23 souches de *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis*, 1 souche de *Lactococcus lactis ssp. lactis*, 4 souches de *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, 28 souches de *Enterococcus faecalis*, 4 souches de *Leuconostoc dextranicum*, 6 souches de *Leuconostoc lactis* et 15 souches de *Lactobacillus plantarum*.

Au total, plus de la moitié des bactéries lactiques isolées appartenait aux genres *Enterococcus* (34,6%) et *Lactococcus* (34,6%). Pour ce dernier genre les espèces étaient présentes en proportions différentes: *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* (28,4%), *Lactococcus lactis ssp. cremoris* (4,9%) et *Lactococcus lactis ssp. lactis* (1,2%). Le genre *Leuconostoc* était représenté par 12,3% des souches isolées et comprend *Leuconostoc lactis* (7,4%) et *Leuconostoc dextranicum* (4,9%). Les souches de *Lactobacillus plantarum* constituaient 18,5% des bactéries lactiques isolées.

Les bactéries lactiques par leurs propriétés acidifiantes, aromatisants et texturants sont largement utilisées dans les produits dérivés du lait et leurs propriétés probiotiques sont très utiles à la santé, en effet, elles améliorent les fonctions digestives (Lairini et al., 2014).

Le tableau 06 regroupe les principales caractéristiques des 12 genres les plus étudiés des bactéries lactiques : *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus*, *Weissella*. Les bactéries du genre *Bifidobacterium*

ne sont pas considérées comme des bactéries lactiques typiques, mais leur usage est très répandu en industrie laitière (Isolauri et al., 2001).

Tableau 06: Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (Dellaglio et al., 1994). T° Opt : température optimale de développement.

Genre	Morphologie	Fermentation	T° Opt	Habitats principaux
<i>Lactobacillus</i>	Bacilles	Homofermentaires ou Hétéro-fermentaires	Thermophiles ou Mésophiles	Homme Produits laitiers, carnés, végétaux
<i>Carnobacterium</i>	Bacilles	Hétérofermentaires	Psychrotrophes peu acidotolérants	Produits carnés, poissons, produits laitiers
<i>Lactococcus</i>	Coques	Homofermentaires	Mésophiles	Produits laitiers, végétaux
<i>Streptococcus</i>	Coques	Homofermentaires	Mésophiles ou Thermophiles	Produits laitiers
<i>Enterococcus</i>	Coques	Homofermentaires	Mésophiles	Intestin de l'homme et des animaux, produits laitiers
<i>Vagococcus</i>	Coques mobiles	Homofermentaires	Mésophiles	
<i>Pediococcus</i>	Coques en tétrades	Homofermentaires	Mésophiles	Bière, produits végétaux, saucissons
<i>Tetragenococcus</i>	Coques en tétrades	Homofermentaires	Mésophiles	Saumures
<i>Leuconostoc</i>	Coques	Hétérofermentaires	Mésophiles	Produits végétaux, produits laitiers
<i>Oenococcus</i>	Coques	Hétérofermentaires	Mésophiles	Vin
<i>Bifidobacterium</i>	Forme en Y (Bifid)	Acide acétique et lactique	Mésophiles	Intestin de l'homme et des animaux
<i>Weissella</i>	Coques	Hétérofermentaires	Mésophiles	Produits végétaux, produits laitiers

Les bactéries lactiques sont des bactéries Gram positif produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides simples tels que le glucose et le galactose. Elles se développent généralement dans des conditions anaérobies, voire anaérobies facultatives, et jouent un rôle majeur dans l'acidification du lait et du caillé (**Tormo, 2010**). Elles sont hétérotrophes et chimio-organotrophes. Le plus souvent immobiles, asporulées, catalase négative, oxydase négative (**Idder, 2014**).

II.3. Les Principaux genres de bactéries lactiques

II.3.1. Les genres *Lactococcus* et *Streptococcus*

Avant, les bactéries du genre *Lactococcus* ont été appelées les streptocoques mésophiles ou du groupe N (Tableau 07). Elles sont morphologiquement sphériques (cocci) de 0,5 à 1µm de diamètre généralement groupées en chaînes parfois en paires (diplocoque).

Tableau 07 : Caractères de différenciation des espèces de *Lactococcus sp.* et *Streptococcus thermophilus* d'intérêt laitier (**Sandine, 1988**).

Caractères	<i>Lactococcus</i>	<i>Lactis</i> ssp		Lactococcus	Streptocoques
Espèces	lactis	cremoris	diacetylactis	raffinolactis	thermophilus
Culture 10°C	+	+	+	+	-
Culture 40°C	+	+	+	-	+
Culture 45°C	-	-	-	-	+
Lait 1%BM	+	+	+	ND	-
Lait 0,3%BM α	+	+	+	-	-
NaCl 2,5%	+	+	+	+	+
NaCl 4%	+	+	+	-	-
NaCl 6,5%	v	-	v	-	-
Réductase	+	+	+	+	-
Citratase	-	-	+	ND	-
Acétoïne	-	-	+	ND	-
Arginine	+	-	+	-	-
Hémolyse	γ	γ	γ	γ	α
Groupe sérologique	N	N	N	N	-

(+) = réaction positive, (-) = réaction négative, v = variable, ND = non déterminé;

Le genre *Lactococcus* est formé de bactéries dont les cellules, en forme de coques, sont associées par paires ou en chaînettes de longueur variable. Ce sont des bactéries homofermentaires ne produisant que de l'acide lactique L (+). Ces bactéries sont thermosensibles et ne peuvent pas croître en présence de 6,5% de NaCl ou à pH 9,6. Leur température optimale de croissance s'étend de 25 à 35°C respectivement pour les souches de *Lc. cremoris* et *Lc. lactis*. Les *Lactococcus* sont capables de croître à 10°C mais pas à une température supérieure à 40°C (**Dellaglio et al., 1994**).

Par contre le genre *Streptococcus* comprend essentiellement des espèces d'origine humaine ou animale dont certaines sont pathogènes comme *S. pyogenes* et *S. agalactiae* d'autres sont impliquées dans la formation de la plaque dentaire (*S. mutans*). L'espèce thermophile *Streptococcus therhermophilus* se différencie par son habitat (lait et produits laitiers), et son caractère non pathogène. Du fait de ses propriétés technologiques, c'est la seule espèce considérée comme un streptocoque lactique (**Carr et al., 2002**).

II. 3.2. Le genre *Leuconostoc*

La famille des *leuconostocaceae*, contient des coques ovoïdes, pouvant être allongés ou elliptiques. Ce sont des cellules sphériques qui se disposent en paire ou en chaîne, elles sont caractérisées par un métabolisme hétérofermentaire en convertissant le glucose en D-lactate et éthanol ou en acide acétique par la voie de transcétolase, elles sont incapables de dégrader l'arginine ce qui les distinguent des lactobacilles hétérofermentaires (**Gonzalez et al., 2000**).

On range habituellement les leuconostocs dans les anaérobies facultatifs, mais certains les considèrent comme des anaérobies aérotolérants. Ils sont exigeants et présentent souvent une auxotrophie pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels minéraux et les glucides (**Dellaglio et al., 1994**).

Ce genre comprend les espèces suivantes : *Ln. mesenteroides* avec ces sous espèce *mesenteroides cremoris* et *dextranicum* et *Ln. lactis* et *Ln. pseudomesenteroides* et *Ln. paramesenteroides* (**Collins et al., 1993**).

Les principaux critères proposés pour la différenciation des espèces et sous espèces reposent sur quelques caractères phénotypiques présentés par (**Garvie, 1986**) dans le Bergey's Manual (Tableau 08).

Tableau 08: Les caractères distinctifs des espèces du genre *Leuconostoc* (Garvie, 1986).

Caractères	1	2	3	4	5	6
Production d'acide à partir de :						
D-xylose	+	v	-	v	-	-
Arabinose	+	-	-	v	-	v
Cellulose	v	v	-	v	-	v
Fructose	+	+	-	+	+	+
Lactose	v	v	v	v	v	-
Saccharose	+	+	-	+	+	-
Tréhalose	+	+	-	+	-	+
Hydrolyse de l'esculine	v	+	-	v	-	+
Formation de dextrane	+	+	-	-	-	-
Croissance à pH 4,8	-	-	-	v	-	+
Croissance éthanol 10 %	-	-	-	-	-	+
Acétoïne (Citrates)	-	-	+	-	-	-
G + C %	39	37	38	39	44	39
G-6 PDH (NAD)	+	+	+	+	+	-
Besoin TJF	-	-	-	-	-	+

(1) *Leuconostoc mesenteroides subsp mesenteroides* ; (2) *Leuconostoc mesenteroides subsp.dextranicum*, (3) *Leuconostoc mesenteroides subsp cremoris* ; (4) *Leuconostoc paramesenteroides* ; (5) *Leuconostoc lactis* ; (6) *Leuconostoc oenos* ; (v) Caractère variable ; (+) Caractère positive ; (-) Caractère négative ; G-6 -PDH = Glucose 6 Phosphate déhydrogénase ; TJF = Tomato juice factor (Glucopanthoténate).

II.3.3. Le genre *Lactobacillus*

Il regroupe de nombreuses espèces dont l'hétérogénéité est illustrée par la variation du G + C % : 32 à 53 %. Il s'agit des bacilles Gram (+) aéro-anaérobies facultatifs, sont des cellules souvent longues et étroites (0,5-1,2 µm à 1-10 µm), certaines espèces apparaissent courtes et larges, ce qui leur donne un aspect cocobacilles (**Kandler et Weiss, 1986**), elles sont pour la plus part immobiles, toute fois certains espèces peuvent présenter une mobilité par ciliature piritriches (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Ce sont des souches généralement anaérobies facultatives, c'est à dire qu'elles poussent sous une atmosphère pauvre en oxygène et par conséquent leur métabolisme est fermentaire; quelques espèces sont aéro-tolérantes et peuvent utiliser l'oxygène à l'aide d'enzymes (flavoprotéine oxydase), alors que d'autres sont strictement anaérobies (**Kandler et Weiss, 1986**).

Leur croissance est optimale pour une température de 30 à 40 °C et à un pH de 5,5-5,8. Cependant d'une manière générale, elles peuvent se développer à un pH inférieur à 5,0 et sur une gamme de température allant de 5-53 °C (**Hofvendahl et Hahn-Hägerdal, 2000**).

Les caractères distinctifs des espèces du genre *Lactobacillus* sont présentés dans le Tableau 09.

Tableau 09 : Quelques caractères distinctifs de *Lactobacillus* (Leveau et al., 1991).

Espèces	croissance à 15°C	croissance à 45°C	Lactose	sac.	glucose	ribose	xylose	ADH
<i>Lb.delbrueckii ssp delbrueckii</i>	-	+	-	+	-	-	-	±
<i>Lb.delbrueckii ssp bulgaricus</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lb. delbrueckii ssp lactis</i>	-	+	+	+	-	-	-	±
<i>Lb. acidophilus</i>	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Lb. gasseri</i>	-	+	±	+	-	-	-	-
<i>Lb. crispatus</i>	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Lb. helveticus</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lb. plantarum</i>	+	-	+	+	+	+	±	-
<i>Lb. casei ssp casei</i>	+	-	+	±	+	+	-	-
<i>Lb.casei ssp pseudopiantarum</i>	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Lb. casei ssp tolerans</i>	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lb. curvatus</i>	+	-	±	+	+	+	-	-
<i>Lb. brevis</i>	+	-	±	±	+	+	±	+
<i>Lb. fermentum</i>	-	+	+	-	+	+	±	+
<i>Lb. Kefir</i>	+	-	+	+	+	+	-	+
<i>Lb. confusus</i>	+	-	-	+	+	+	+	+
<i>Lb. viridescens</i>	+	-	-	±	-	-	-	-

(-) : réaction négative. (+) : réaction positive. (±) : réaction tardive. Lb.: *Lactobacillus*

De plus, ces microorganismes ont des besoins nutritifs complexes ce qui rend leur culture difficile et ces besoins vont varier d'une espèce à une autre (Rogosa et al., 1961) ; (Charalampopoulos et al., 2002). En effet, les bactéries lactiques sont auxotrophes pour de nombreux facteurs de croissance (Dellaglio et al., 1994 ; Fitzpatrick et O'Keeffe, 2001) comme ; les acides aminés, les peptides, les vitamines, les dérivés d'acides nucléiques, les sels minéraux, les esters d'acides gras et les hydrates de carbone.

En 1919, Orla-Jensen a proposé de diviser le genre en trois sous-genres : "*Thermobacterium*", "*Streptobacterium*" et "*Betabacterium*". Cette nomenclature n'a pas été validée et retenue par les Approved Lists of Bacterial Names, et par conséquent elle n'a pas de statut dans la nomenclature.

La classification de Orla-Jensen ne correspondait à aucune réalité taxonomique toutefois, elle est toujours utilisée en pratique même si les noms des sous-genres sont remplacés par des qualificatifs illustrant les caractéristiques de la fermentation.

Ce genre comprend 167 espèces et 27 sous espèces selon la nouvelle classification du Bergey's Manual dont la plupart sont définies par Orla -Jensen, 1919 (**Euzéby, 1997**). On distingue trois groupes classés en fonction de leurs caractéristiques fermentaires (**Kandler et Weiss, 1986 ; Bustos et al., 2005**) (Tableau 10).

Groupe 1: Les Lactobacilles homofermentaires stricts: (ancien sous-genre : *Thermobacterium*) qui utilisent le glucose grâce à la voie homofermentaire d'Embden-Meyerhof-Parnas. Leur seul produit final étant l'acide lactique (D(-), L(+)) ou DL. Ils ne métabolisent pas les pentoses et ne dégagent pas de CO₂ lors de la fermentation du glucose ou du gluconate. La production en acide lactique est supérieure à 85% à partir du glucose.

Groupe 2: Les Lactobacilles hétérofermentaires facultatifs: (ancien sous-genre : *Streptobacterium*) peuvent changer de voie en fonction du substrat. Ils métabolisent le glucose en acide lactique grâce à la voie homofermentaire d'Embden-Meyerhof-Parnas et dégradent les pentoses par la voie hétérofermentaire des pentoses phosphate. Ils ne produisent pas de CO₂ lors de la fermentation du glucose, mais ils en produisent lors de la fermentation du gluconate (**Hofvendahl et Hahn-Hägerdal, 2000**).

Groupe 3: Les Lactobacilles hétérofermentaires stricts: (ancien sous-genre : *Betabacterium*) qui fermentent le glucose en acide lactique, CO₂ et acide acétique ou éthanol via la voie hétérofermentaire de la 6-phosphogluconate déshydrogénase/phosphocétolase et qui dégradent les pentoses en acide acétique et en acide lactique via la voie hétérofermentative de la glycéraldéhyde-3-phosphate/pyruvate kinase/lactate déshydrogénase.

Ces bactéries produisent du CO₂ lors de la fermentation du glucose et du gluconate. La production en acide lactique est d'environ 50% avec des quantités importantes en acide acétique, éthanol et CO₂.

Tableau 10 : Quelques exemples de souches appartenant aux trois groupes (Salminen et al., 1998).

Groupe	Groupe I: Homofermentaires obligatoires	Groupe II: Hétérofermentaires facultatifs	Groupe III: Hétérofermentaires obligatoires
<i>Souches</i>	<i>Lb. acidophilus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> <i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. salivarius</i>	<i>Lb. casei</i> <i>Lb. curvatus</i> <i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. sake</i>	<i>Lb. brevis</i> <i>Lb. buchneri</i> <i>Lb. fermentum</i> <i>Lb. reuteri</i>

II.4. Les bactéries lactiques et les probiotiques

Les probiotiques sont des micro-organismes qui lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exercent un effet théoriquement bénéfique sur la santé de l'hôte. Les probiotiques sont des bactéries ou levures, ajoutées comme compléments à certains produits alimentaires, comme les yaourts ou les céréales par exemple, et qui aident à la digestion des fibres, stimulent le système immunitaire et préviennent ou traitent la diarrhée (Isolauri et al., 2001).

Pour que les probiotiques aient un effet bénéfique sur la santé, il faut que plusieurs conditions soient réunies : qu'ils soient vivants (ou lyophilisés) ; que les bonnes souches soient sélectionnées pour l'effet recherché par exemple, chez *Lactobacillus acidophilus*, il existe des milliers de souches dont chacune a un effet différent, il faut qu'au moins 1 milliard soient ingérés par jour et qu'elles aient montré leur résistance à l'acidité gastrique et à la bile, les cures doivent durer au moins 10 jours par mois. Et enfin que la démonstration de leur bénéfice ait été faite tant chez l'être humain sain que chez le malade (Isolauri et al., 2001).

Parmi les microorganismes utilisés en termes de probiotique on retrouve souvent des bactéries lactiques, hôtes naturels de l'intestin de l'homme. Les probiotiques les plus étudiés appartiennent aux deux genres : *Bifidobacterium sp* plus particulièrement les espèces *Bifidobacterium bifidum* (bifidus), *Bifidobacterium lactis* *Bifidobacterium*

longum, *Bifidobacterium breve* et *Lactobacillus sp.* Plus particulièrement *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*.

Les bactéries lactiques produisent des substances antimicrobiennes de nature protéique appelées bactériocines. Cette caractéristique est utilisée industriellement pour inhiber la croissance des bactéries indésirables et pathogènes dans la fabrication d'aliment comme la nisine produite par les lactocoques dirigée contre *Bacillus* et *Clostridium*, la plantaricine et la sakacine produites toutes les deux par les lactobacilles actives sur *E. coli*, *Listeria* et certaines levures (**Ogunbanwo et al., 2003** ; **Zambunelli et Chiavari, 2002**), contribuant ainsi à la préservation de l'équilibre microbien et organoleptique du fromage (**Harris et al., 1989** ; **Georgalaki et al., 2002**).

II.5. Flore indésirable

La flore contaminant est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait de la récolte Jusqu'à la consommation, elle peut se composer d'une flore d'altération et/ou d'une flore pathogène (**Daoudi, 2006**).

L'importance et la nature des bactéries contaminants le lait, dépendent, de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages, mais aussi des conditions hygiéniques observées lors de la traite, de la collecte, de la manutention et de la température de conservation du lait (**Mehnoune et Ferhoul, 2015**).

II.5.1. Flore d'altération

La flore d'altération cause des défauts sensoriels de gout, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduit la vie des produits laitiers. Certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. La présence de l'un n'exclut pas celle de l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, les coliformes, soit principalement le genre *Escherichia* et *Enterobacter*, les bactéries Gram positif sporulées telle que *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, ainsi que certaines levures et moisissures (**Baira et Cheraa, 2013**).

II.5.2. Indicateurs de contamination fécale

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Ils peuvent aussi démontrer un mauvais nettoyage et une mauvaise désinfection d'appareils (**Sous-ministériat à la santé animale et à l'inspection des aliments, 2009**).

Ils élaborent diverses substances qui provoquent le gonflement précoce des produits laitiers dont le fromage (**Mohamadou, 2001**).

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 37°C. Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia*. Des coliformes banals absorbés en quantité massive (1million à 1 milliard de germes) peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée), habituellement de courte durée. Mais la presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (**Mireille et Kouame-Sina, 2013**).

I.5.3. Levures et moisissures

Pour les levures et moisissures, elles se manifestent dans le fromage et peu dans le lait. Ainsi, *Mucor* est responsable de l'accident dit " poil de chat " principalement en fromage à pâte molle (Camembert), se caractérisant par un défaut d'aspect des fromages, et par l'apparition de mauvais goûts. On rencontre aussi des levures nuisibles responsables de certaines dégradations détectées par des odeurs d'alcool, par un gonflement des emballages et du fromage du a la production de gaz et par le limonage. Ces dégradations entraineront une perte de rendement (**Vignola et Carole, 2002**).

Les moisissures rendent le lait moisi et d'une couleur et texture atypique plus un mauvais goût ; donc ils touchent la salubrité du lait.

II.6. Les microorganismes potentiellement pathogènes

L'origine des contaminations par les (bactéries, virus, champignons) pathogènes varie en fonction de la nature du produit et de son mode de production et de transformation. La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel) (**Brisabois et al, 1999**).

II.6.1. La flore bactérienne

Les germes pathogènes associés aux produits laitiers auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont :

Staphylococcus aureus, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp*, *Echerichia coli*, *Clostridium boutilinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei*, *Citrobacter* (**Arrour et Bennaceur, 2010**).

I.6.1.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est le micro-organisme pathogène le plus souvent incriminé dans des cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) par le lait et les produits laitiers.

L'intoxication résulte de l'ingestion d'entérotoxines staphylococciques (SE) produites dans les aliments par des souches de *Staphylococcus aureus* productrices de SE. Elle déclenche des nausées, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales et maux de tête voire des conséquences plus graves chez les jeunes enfants, les femmes enceintes et les personnes immunodéprimées (**Tormo, 2010**).

La contamination du lait cru à la production est due à la flore présente dans la mamelle en cas d'infection (mammites), de la flore de contamination apportée par le milieu extérieur au cours des différentes manipulations. Si le lait cru reste la principale source de contamination des produits laitiers en staphylocoques, il faut préciser que la pasteurisation détruit facilement ces bactéries mais pas l'enterotoxine produite dans le lait.

II.6.1.2. *Salmonella*

Salmonella est une bactérie mésophile de forme allongée, flagellée, Gram-négatif, 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 à la ferme.

Les personnes qui consomment du lait contaminé par *Salmonella* sont susceptibles de contracter la salmonellose (**Clinquart et al., 2004**).

Comme dans le cas d'autres toxi-infections alimentaires, les symptômes de la salmonellose ressemblent à ceux de la grippe. Ils se manifestent habituellement de 12 à 72 heures après l'ingestion d'aliments contaminés et durent généralement jusqu'à sept jours. La plupart des gens s'en remettent sans traitement. Les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes dont le système immunitaire est affaibli sont les plus à risque de développer des complications graves comme la septicémie et une déshydratation avec insuffisance rénale (**Renard, 2014**).

Des épidémies de fièvre typhoïde et paratyphoïde ont pour origine la consommation de lait, crème, beurre, crème glacée, etc., n'ayant pas subi de traitement d'assainissement ou qui ont été recontaminés (Fiche d'information sur la *Salmonella*).

II.6.1.3. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie bacillaire, Gram-négatif, elle fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans le lait indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires pathogènes (**Rodrigue et Poueme, 2006**).

Les *Escherichia coli*, dont certaines (*Escherichia coli* O157H7), peuvent être responsables de graves toxi-infections et d'une insuffisance rénale, voire la mort suite à la consommation d'aliments contaminés par les matières fécales, comme de la viande hachée crue ou mal cuite, du lait cru, et les légumes (**Loukiadis, 2007**).

La pathogénicité des souches entéropathogènes est due à la production de toxines dénommées toxines Stx (pour « Shiga-like toxin »), et elle est aussi appelé

vérotamines en raison de leur toxicité sur les cellules Véro, cellules épithéliales rénales du singe vert d'Afrique (**Loukiadis, 2007**).

II.6.2. Moisissures

Les moisissures sont disséminées par l'émission de spores qui peuvent être véhiculées par l'environnement (air, eau) et se retrouver dans le lait. Aussi elles sont présentes considérablement dans la paille et le foin (**Cecile, 2011**).

Les moisissures pathogènes sont pour la plupart toxigènes, c'est-à-dire qu'elles produisent des mycotoxines dans les aliments (**Vignola et Carole, 2002**).

Comme exemple des moisissures pathogènes on cite *Aspergillus* qui secrète des Aflatoxines et/ou des Ochratoxines A.

De très nombreuses données épidémiologiques ont montré des associations fréquentes entre la consommation de certains aliments et l'incidence de certains cancers; par exemple, le cancer du foie et la contamination en aflatoxine B1. Actuellement, la question de l'implication d'une autre mycotoxine, l'ochratoxine A, dans les cancers des voies urinaires sont posée (**Tozlovanu, 2008**).

Le contact avec les mycotoxines peut être à l'origine de toxicités aiguës et chronique s'allant de la mort à des effets délétères sur le système nerveux central, l'appareil cardiovasculaire et l'appareil respiratoire, ainsi que sur l'appareil digestif. Le pouvoir qu'ont certaines d'altérer les réactions immunitaires et, ainsi, de réduire la résistance aux infections (**Coker et al., 2012**).

I.6.3. Virus

Le lait cru peut renfermer divers virus (ex : *Enterovirus*, *Flavivirus*) potentiellement pathogènes pour l'homme. Le virus le plus rencontré dans le lait cru est le virus de l'encéphalite à tique. Multiplication du virus dans le cerveau. L'incubation dure une à deux semaines. Le début est brutal, marqué par de la fièvre, des céphalées, des frissons (**Direction générale de la santé 2012**).

La transmission du virus est effectuée essentiellement par les tiques, à l'occasion d'un repas sanguin. Les ruminants domestiques excrètent le virus dans le lait (non pasteurisé) (**Sophie et al, 2011**).

D'où le risque de contamination par l'ingestion de lait cru d'animal infection, mais ce mode de transmission est secondaire (**Direction générale de la santé 2012**)

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

III.1. Objectif du travail

Notre présente étude a pour but la caractérisation organoleptique, physico-chimique, hygiénique et l'isolement des lactobacilles à partir de 4 échantillons de lait de chamelle cru et l'étude du pouvoir antibactérien des lactobacilles isolés.

III.2. Lieux du travail

Cette étude a été faite, au niveau du Laboratoire vétérinaire régional de Laghouat, et de laboratoire d'analyse de l'usine Hodna Lait de M'sila. (Figure 03 et figure 04).



Figure 03: Photo de la représentation géographique du Laboratoire vétérinaire régional de Laghouat.



Figure 04 : Photo de la représentation géographique d'usine Hodna Lait à M'sila.

Pour atteindre les objectifs précédemment fixés à savoir : les caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques, hygiéniques, l'isolement et l'identification de lactobacille, ainsi que son pouvoir antimicrobien contre des germes pathogènes, des quatre échantillons du lait de chamelle collecté de la région de Laghouat, nous avons suivi les étapes décrites au fur et à mesure dans la partie ci-dessous.

III.3. Échantillonnage

Les échantillons à analyser sont du lait de chamelle cru entier. Deux échantillons ont été obtenus après une traite manuelle des deux chèvres femelles de deux fermes différentes (F1, F2) présentes au niveau de la région de Laghouat, et on a acheté deux échantillons à partir d'une laiterie différente (C1, C2). La collecte a eu lieu en mois de décembre 2016 à 8h du matin.

Nous avons prélevé les échantillons du lait de chamelle cru dans des flacons en verre stérilisés par la chaleur au four Pasteur à 180 °C pendant 30 min. Avant la traite manuelle, on a désinfecté les trayons avec de l'alcool dilué afin d'éviter la contamination de la mamelle par les nombreux microorganismes présents sur le pis et des trayons de la chamelle. L'échantillon est transporté le plus vite possible jusqu'au laboratoire dans une glacière à 4°C.

Les échantillons du lait conservé à la température 4°C pendant deux jours et une semaine à partir du jour de prélèvement pour les analyses physico-chimiques, les mêmes paramètres sont analysés après conservation.

La méthodologie du travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure 05.

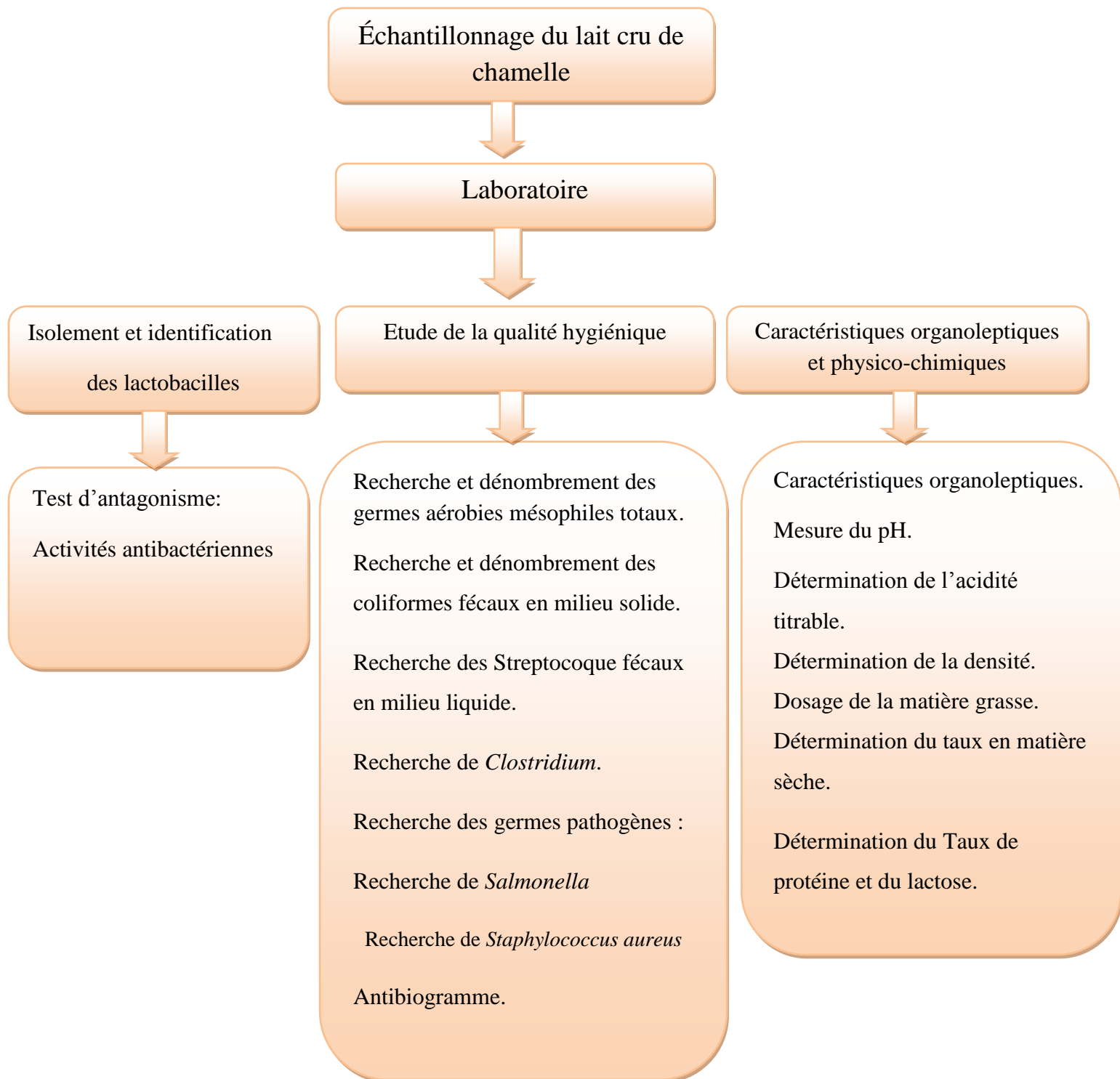


Figure 05 : Représentation du Protocole expérimentale.

III.4. Caractéristiques organoleptiques

Cette caractérisation porte sur les tests d'appréciation du goût, de la couleur et de l'odeur (nous avons fait appel à des volontaires). L'objectif est de déterminer le profil organoleptique de chacun des quatre échantillons de lait de chèvres et un échantillon de lait de vache considéré comme un standard.



Figure 06 : Photo représentant la préparation des échantillons pour le test de la qualité organoleptique.

III.5. Caractéristique physico-chimiques

L'analyse physico-chimique des échantillons du lait de chamelle ont été réalisé en mesurant : le pH, l'acidité, la densité, teneur en matière sèche, la matière grasse, taux de protéine et du lactose dans le but d'apprécier la qualité du lait.

III.5.1. Mesure du pH

L'acidité ionique ou pH du lait évalue sa concentration en ions hydronium libres ce qui donne une information sur son état de conservation vis-à-vis aux altérations probables par les germes lactiques. Après avoir étalonné l'électrode de pH-mètre par 2 solutions tampons a différents pH connus, on a introduit l'électrode par la suite dans le bécher qui contient le lait, et nous avons lu la valeur du pH directement sur l'écran du pH-mètre.

III.5.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (Afnor, 1985). Dans un bécher on a introduit 10 ml de lait prélevé à la pipette, nous avons ajouté dans le bécher deux ou trois gouttes de la solution de phénolphtaléine, et on a Titré par la solution d'hydroxyde de potassium (N/9) jusqu'à virage au couleur rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. On a considéré que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes, nous avons effectué deux déterminations sur le même échantillon préparé.

III.5.3. Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003). On a versé le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air, jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette), ensuite on a plongé doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre, nous avons attendu trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque.(figure 07).



Figure 07 : Photo représentant la mesure de la densité des échantillons du lait de chamelle cru.

III.5.4. Détermination du taux en matière sèche

Nous avons utilisé un balance dessiccatrice cette appareil permet de déterminé le taux en matière sèche et l'humidité en pour-cent, l'instrument est donc dans le principe constitué de deux appareils: une balance de précision et un module de chauffage, La température et la durée optimales de dessiccation dépendent du type et de la taille de l'échantillon, l'expérience montre que 3 à 5 g sont une bonne quantité d'échantillon, Le taux de matière sèche est désigné par "AD%.

On a ouvert le module de chauffage, l'indicateur d'état fait un signe pour poser le porte-échantillon vide, on a posé le porte-échantillon vide dans le manipulateur du porte-échantillon et on a fermé le module de chauffage. La balance intégrée est ainsi automatiquement remise à zéro. L'indicateur d'état fait un signe après le tarage de mettre l'échantillon dans le porte-échantillon, on a ouvert le module de chauffage et pesé 3g d'échantillon du lait dans le porte-échantillon, on a fait une répartition uniforme de l'échantillon afin d'obtenir de bons résultats, et on a fermé le module de chauffage, et on a laissez la dessiccation à 120 c°, nous avons suivi le processus sur l'affichage La valeur de mesure actuelle est continuellement affichée en Pour-cent au cours de la dessiccation. , l'appareil attend 15 minutes pour terminer la dessiccation.

III.5.5. Dosage de la matière grasse (Méthode GERBER) :

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool iso amylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux (**Afnor, 1980**).

On a introduit dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique, À l'aide d'une pipette graduée, on a ajouté 11 ml de lait tout en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide, On a versé sur la surface du lait 1ml d'alcool iso- amylique. En bouchant le butyromètre, On a procédé à l'agitation jusqu'à ce que la caséine soit entièrement dissoute, on a placé le butyromètre dans la centrifugeuse à 1000-1200 tours pendant 5 à 6 minutes.



Figure 08 : Photo représentative du dosage de la matière grasse d'un échantillon de lait de chamelle par la méthode Gerber.

III.5.6. Détermination du Taux de protéine et du lactose

La teneur en lactose, en protéine du lait cru de chamelle sont déterminées par lecture directe en utilisant l'appareil « LactoScan ».

Description de l'appareil :

Appareil d'analyse du lait avec nettoyage, rinçage et calibrage du point zéro complètement automatiques pour analyser le lait rapidement et avec précision. Une seule mesure vous permet de déterminer de manière fiable les paramètres suivants : Lipides, protéines, lactose, matière sèche dégraissée et minéraux, pH, l'acidité, densité, température.

Rinçage de l'appareil

Une certaine quantité d'eau distillée est pompée par les cellules de mesure pendant le rinçage. Le rinçage peut être répété à volonté.

➤ Préparation des échantillons

Trois séquences succèdent à chaque mesure :

Pompage d'échantillon. Chauffage d'échantillon. Equilibrage de température.

➤ Mesure

Plonger le tuyau d'aspiration d'échantillon dans le béccher qui contient le lait à analyser. La quantité de lait aspiré est de 12 à 20 ml. Les résultats sont simultanément affichés et imprimés.



Figure 09 : Photo représentant de la mesure du taux de protéine et du lactose à l'aide d'un Lactoscan.

III.6. Etude de la qualité hygiénique du lait de chamelle collecté

La qualité hygiénique a été déterminé par le dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale à savoir : Les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les Entérocoques fécaux et une recherche des germes pathogènes à savoir : Les Staphylocoques, les Salmonelles et le sulfite réducteurs et évaluer leur résistance vis à vis de différents antibiotiques utilisés en thérapeutique Clinique, sur des milieux appropriés au moyen des méthodes normalisées actuellement en vigueur. Les méthodes d'analyse se basent sur des procédures normalisées (journal officiel de la république algérienne N° 35). La composition des milieux de cultures est donnée dans l'annexe 01.

III.6.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

On a étalé en surface 1 ml de la solution mère et des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-6} sur gélose PCA préalablement coulée dans des boîtes de Pétri et déjà numérotées. L'incubation des boites couvercle en bas se fait à 30°C pendant 72 heures avec : Première lecture après 24 heures d'incubation, deuxième lecture après 48 heures, et la Troisième lecture après 72 heures. Pour le dénombrement : on a compté toutes les colonies apparues à la surface de la PCA seules les boites contenant entre 15 et 300 colonies seront prises en considération. On a calculé le nombre N, de microorganismes dénombrés à 30°C par ml de lait cru en tant que moyenne pondère, à l'aide de l'équation suivante : $N = \Sigma c / 1,1 \times d$.

N : Le nombre de microorganismes dénombrés

Σc : La Somme des colonies comptées sur les boites retenues successifs.

d : Le taux de dilution correspondant à la première dilution.

III.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux en milieu solide

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 1 ml dans les boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Nous avons complété ensuite chaque boîte avec environ 15 ml de la gélose VRBG, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$. On a fait ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée. On a incubé les boîtes à 44°C pendant 24 h et servira à la recherche de Coliformes fécaux.

III.6.3. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide

Dans les laits et produits laitiers, les Streptocoques fécaux sont recherchés par la méthode classique par le nombre le plus probable en milieu liquide à 37°C (milieu de Rothe puis milieu d'EVA Litsky. La technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

Le test de présomption : Réservé à la recherche des streptocoques fécaux sur milieu de Rothe, On a préparé dans un portoir une 4 série de 9 tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de trois tubes par dilution. A partir des dilutions décimales (10^0 à 10^{-2}), on a porté aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée. On a mélangé bien le milieu et l'inoculum. On a incubé les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures. Après l'incubation sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien. Ces derniers feront systématiquement l'objet d'un test de confirmation, sans qu'il y ait de dénombrement à ce niveau.

Le test de confirmation : Réservé à la confirmation sur milieu EVA Lytski, des tubes trouvés positifs dans des tests de présomption. On a repérer et numéroter les tubes positifs sur milieu de Rothe qui feront l'objet d'un repiquage (2 à 3 gouttes) sur milieux Eva Lytski, on a incubé ces derniers à 37°C pendant 24 heures, après l'incubation seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- ✓ Un trouble microbien.
- ✓ Une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

III.6.4. Recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs* :

Nous avons introduit dans un tube stérile 1 ml de la solution mère, et on a mis au bain marie à 80°C pendant 10 min environ, puis on a refroidi rapidement sous courant d'eau froide.

On a ensemencé avec 1 ml du lait chauffé un tube contenant 20ml de la gélose (VF) plus additifs (alun de fer et sulfite de sodium ; pour créer l'anaérobiose) et on a incubé à 44°C pendant 48h.

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* apparaissent sous forme des colonies noires.

III.6.5. Recherche des germes pathogènes

III.6.5.1. Recherche de *Salmonella*

A. Pré-enrichissement

On a prélevé 25 ml du lait cru qu'on introduit dans un flacon contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée et on a ensuite incubé le flacon à 37°C pendant 18 heures.

B. Enrichissement

Après incubation 10 ml de la solution du pré-enrichissement on a introduit dans un flacon contenant 100 ml Sélénite Cystéine. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

C. Ensemencement sur milieux sélectifs

Après incubation chaque flacon de Sélénite fera l'objet d'un isolement par étalement en surface sur le milieu gélosés sélectif Hektoen.

Après incubation à 37°C pendant 24 h, les *Salmonella* se présenteront de la façon suivante : Colonies le plus souvent vert bleu à centre noir apparaîtront sur gélose Hektoen.

III.6.5.2. Recherche de *Staphylococcus aureus*

L'isolement est réalisé dans le milieu nutritif de base gélose BP additionnée de 12 ml d'émulsion de jaune d'œuf et tellurite de potassium (ampoule de 5ml) ce mélange est versé ensuite dans les boîtes de Pétrie.

Après solidification du milieu, on a ajouté dans chacune 0.25ml de lait cru. On a incubé les boîtes de pétri ensemencées à l'étuve à 37°C durant 24 heures à 48 heures.

Les colonies caractéristiques sont noires, brillante et convexes et entourées d'une zone claire qui peut être partiellement opaque .Après avoir isolé les colonies caractéristiques des staphylocoques.

On a procédé à la confirmation par une étape de revivification et repiquage de quelques colonies suspectes sur le milieu (Chapman). On a incubé les boîtes à 37°C pendant 24h à 48h. Après l'incubation, Les staphylocoques pathogènes forment des colonies luxuriantes, pigmentées, entourées d'une auréole jaune due à la fermentation du mannitol. Les staphylocoques non pathogènes forment en général de petites colonies rouges qui ne modifient pas la teinte du milieu.

Les colonies caractéristiques pures feront l'objet de trois tests complémentaires à savoir : une coloration de GRAM, une recherche de l'enzyme coagulase et une catalase.

A. Test Coagulase

Ce test permet la recherche de la coagulase, exoenzyme capable in vitro de coaguler le plasma oxalaté de lapin. Parmi les Cocci Gram +, catalase +, seules les souches de *Staphylococcus aureus* provoquent la coagulation du plasma oxalaté de lapin.

Au laboratoire, on a effectué la détection de la coagulase par 0.5 ml de plasma de lapin avec 0.5 ml de la suspension bactérienne à étudier dans un tube à hémolyse. On a mélangé bien le plasma avec l'inoculum puis on a incubé les tubes à 37°C ; la prise en masse du mélange est réalisée en 3 à 6 h ou parfois en 24 heures ; la coagulation peut être suivie d'une dissolution du caillot par suite de l'action de la Staphylokinase.

B. Test catalase

On a déposé sur une lame propre et sèche une goutte d'eau oxygénée H₂O₂ (peroxyde d'hydrogène), à l'aide d'une pipette Pasteur on a prélevé une colonie et on a dissocié dans la goutte d'eau oxygénée. Si la bactérie possède la catalase, elle dégrade le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la formation de bulles.

C. AntibioGramme

Tableau 11 : Les antibiotiques testés et leurs charges.

Antibiotique	Abréviation	Concentration (µg)
Cefoxitin	FOX	30
Triméthoprim + Sulfaméthoxazole	SXT	1,25 + 23,75
Penicillin	P	10
Tetracycline	TE	30
Vancomycin	VA	30
Oxacillin	OX	1
Erythromycin	E	15
Enrofloxacin	ENRO	5

La gélose Mueller-Hinton fondue au bain-marie a été coulée en boîte Pétri en respectant une épaisseur d'environ 4 mm

Inoculum : On a préparé la suspension à partir d'une souche bactérienne de 18 heures. On a prélevé des colonies de la bactérie étudiée à l'aide d'une anse de platine qu'on a introduit dans un tube contenant 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile.

Ensemencement : à l'aide d'un écouvillon trempé dans la suspension, on a ensemencé par stries serrées toute la surface du milieu en 3 reprises en changeant d'angle à chaque fois (30°), enfin on écouvillonne partout autour du bord de la surface de la gélose.

On a déposé les disques à l'aide d'une pince bactériologique stérile. Il y a des précautions à respecter lors de l'application, les disques d'antibiotiques doivent être espacés de 24 mm, centre à centre. Une fois appliqué le disque ne doit pas être déplacé et finalement presser chaque disque d'antibiotique à l'aide de la pince pour s'assurer de son application.

III.7. Isolement et identification des lactobacilles

III.7.1. Préparation de coagulum

Pour chaque échantillon (F1, F2, C1, C2). On a prélevé 100 à 150 ml de lait. Alors incubés, à 37 °C jusqu'à obtention d'un coagulum sous l'effet de l'acidification due à la flore lactique endogène mésophile ou thermophile. Le coagulum était homogénéisé au vortex et nous avons réalisé des dilutions décimales en eau physiologique stérile.

III.7.2. Préparations des dilutions décimales en série

Nous avons prélevé 1ml de chaque échantillon est pipeté aseptiquement dans des tubes qui contient 9 ml d'eau physiologique, les dilutions décimales sont réalisées de 10^{-1} jusqu'au 10^{-5} . On a prélevé 0,1 ml de chaque dilution appropriée est ensemencé, En profondeur sur le milieu MRS solide (**Deman et al., 1960**) incubé en anaérobiose à 37 °C pendant 72h afin de favoriser la croissance des lactobacilles.

III.7.3. Purification des isolats

Nous avons fait des repiquages successifs sur gélose MRS en surface, avec incubation en anaérobiose à 37 °C pendant 24h, jusqu'à l'obtention de colonies de même taille, même forme et même couleur renseignant sur la pureté des souches (**Idoui et al., 2009**).

III.7.4. Identifications des lactobacilles isolées

L'identification des isolats a été réalisée par l'application des techniques classiques de microbiologie, basées sur la recherche d'un certain nombre de caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques. Toutes les techniques d'identification ont été décrites par (**Larpent, 1997 ; Idoui et Karam, 2008**).

III.7.4.1. Observation macroscopique

L'observation de l'aspect macroscopique des colonies sous loupe binoculaire permet d'effectuer une première caractérisation, avec une orientation possible des résultats au cours de l'identification.

III.7.4.2. Observation microscopique (Coloration de Gram)

Nous avons présenté les isolats à la coloration de Gram, celle-ci permet de différencier les bactéries à Gram positif de celles à Gram négatif, les bâtonnets, les coques et le mode de regroupement.

III.7.4.3. Tests biochimiques

Les tests biochimiques ayant servi à l'identification sont :

A. Recherche de la catalase (*cf* page 46)

B. Recherche de l'oxydase

Ce test est réalisé à l'aide de disques prêts à l'emploi, imprégnés du réactif : N-diméthyl paraphénylène diamine, sur lequel nous avons déposé une colonie. La lecture du résultat était immédiate et sans incubation.

- ✓ Si la colonie prend une teinte rose, violette. Le germe possède une oxydase: le test est positif.
- ✓ Si la colonie reste incolore, le germe ne possède pas d'oxydase, le test est négatif.

C. Croissance à différentes températures

Ce test est important car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des bactéries lactiques thermophiles. Nous avons inoculé les souches LB 1 et LB 2 dans les tubes du bouillon MRS, les tubes sont incubés pendant 24h à 48h aux températures 15°C et 45 °C, au bout de ce délai, la croissance est appréciée par examen des milieux. Les bactéries mésophiles poussent à 15°C alors que les bactéries thermophiles ne le font pas.

D. Recherche de l'arginine di hydrolase (ADH)

La recherche de cette enzyme est intéressante pour la caractérisation des bactéries lactiques. Pour réaliser ce test, Nous avonsensemencé les souches LB 1 et LB 2 dans les tubes de milieu Moller Arginine (A.D.H) et le milieu Moller arginine sans

(A.D.H) (Témoin) et recouvrir par l'huile de paraffine (anaérobiose) et incuber 24h à 37 °C. Les bactéries lactiques utilisant le lactose donne une coloration jaune en acidifiant le milieu, alors que d'autre sont capables d'utiliser l'arginine et ré-alcaliniser le milieu en changeant la couleur du jaune au violet (**Thomas, 1973**).

E. Utilisation du citrate en présence de sucre fermentescible

Sur milieu citrate de simmons, Nous avonsensemencé les cultures pures et incubées à 37°C pendant 48h à 72h. La fermentation du citrate se traduit par l'apparition des colonies bleues. Les colonies incapables de fermenter le citrate apparaissent blanches (**Kempler et Mckay, 1980**).

F. Mannitol-mobilité

Nous avons fait l'ensemencement du milieu par piqûre centrale jusqu'au fond du tube avec les souches LB 1 et LB 2 à l'aide d'une pipette pasteur, et incubées à 37°C pendant 18 heures.

G. Test de l'indole

Nous avons introduit dans un tube d'eau peptone exempte d'indole quelques gouttes de la suspension bactérienne à l'aide d'une pipette Pasteur suite à une incubation à 37 C° pendant 18h , l'addition du réactif de Kovacs montre la production de l'indole qui se traduit par un anneau rouge en surface du milieu.

H. Milieu TSI

Nous avonsensemencée la pente du milieu TSI par stries et le culot par piqure centrale, puis incubation à 37C° pendant 18 heures.

I. L'hydrolyse de l'esculine

Nous avonsensemencé les souches LB 1 et LB 2 sur le milieu gélosé BEA après incubation des cultures à 37 °C pendant 72 h. L'hydrolyse de l'esculine libère l'aglycone qui est décelé par une réaction chimique en présence de sel de fer et donne une coloration noire au milieu de culture.

J. Fermentation des sucres

L'utilisation des galeries biochimiques API 50 CHL (biomérieux) permet d'établir le profil fermentaire des bactéries lactiques. Elle permet l'étude rapide de la fermentation de 49 sucres.

Nous avons repiquées les souches LB 1 et LB 2 sur milieu MRS bouillon glucose et incubé à 37 C° pendant 24 h (pour l'obtention d'une culture jeune). Les cultures sont centrifugées à (4000 Tour durant 15min). On a renoncé le surnageant à l'aide d'un micro pipette, le culot est remis en suspension de 4ml d'eau physiologique stérile est centrifugé à (1500 Tour durant 5 min), cette processus est répété 3 fois pour assurer l'élimination total des sucres qui contient sur le bouillon MRS. On a prélève 400 à 500 µl de cette suspension bactérienne que l'on a met dans 15 ml du bouillon (MRS sans sucre stérile avec 0.17g/l de BCP) de manière que la capacité du mélange correspond à l'étalon N°2 (0,5) dans l'échelle de Mac Farland. Cette suspension est répartir dans 50 micro-tubes de la galerie. Les galeries sont incubées à 37°C et des lectures sont faites à 24h, 48h.

Le catabolisme des glucides conduit à des acides organiques qui provoquent le virage d'un indicateur de pH. Les résultats obtenus constituent le profil fermentaire de la souche. Nous avons traité avec l'utilisation du logiciel ABIS online.

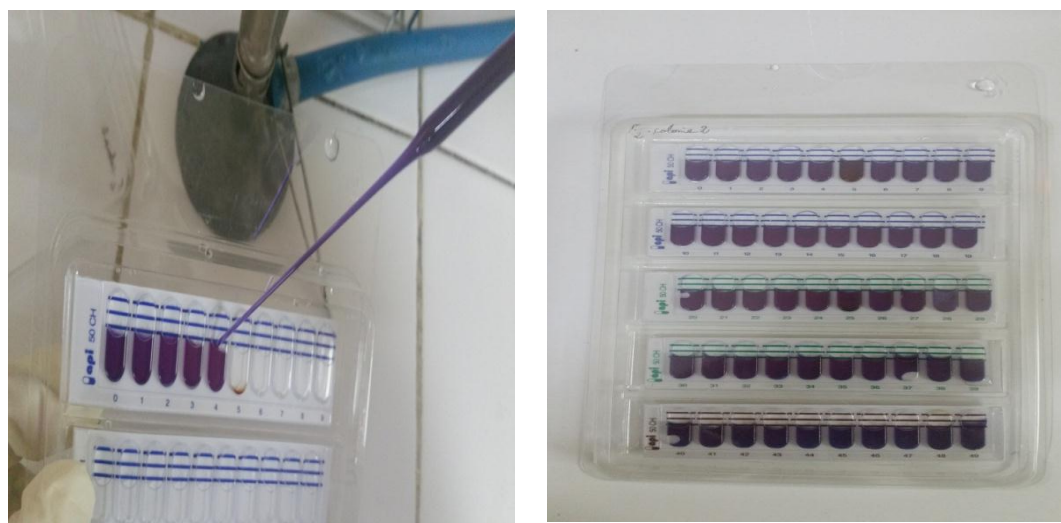


Figure 10 : Photo représentant le remplissage de plaque API 50 CHL.

K. Conservation des isolats

Nous avons fait la conservation à courte durée des souches pures est effectuée sur milieu solide MRS incliné. Après croissance à température optimale, les cultures sont maintenues à 4 °C et le renouvellement des souches se fait par repiquage toutes les quatre semaine (**Badis et al., 2005**).

III.8. Activité antibactérienne

Dans cette partie on a réalisé des interactions entre les souches LB 1 ; LB 2 et cinq bactéries pathogènes de références, fournie par le Laboratoire vétérinaire régionale de Laghouat, elles sont responsables de toxi-infections alimentaires *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300), *Escherichia coli* (ATCC 25922) et *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Salmonella sp.*

Dans un premier temps ces bactéries sont cultivées à 37°C sur 10 ml de bouillon nutritif, pendant 18 à 24h. La culture d'une nuit obtenue servirait d'inoculum.

Méthode décrite par (**Fleming et al., 1975**) modifiée: une boîte contenant le milieu MRS estensemencée par touche des culture des souches LB 1 , l'incubation se fait à 37°C jusqu'à l'obtention de colonies confluentes (environ 24h).

Ensuite, un tube contenant 10 ml de milieu Muller Hinton semi solide (7g d'Agar/l) est inoculé avec 0,5 ml de la pré-culture des bactéries pathogènes. Après agitation du tube on coule la deuxième couche de gélose sur les boîtes de Pétri. L'activité antibactérienne est déterminée par mesure des diamètres des zones d'inhibitions après incubation à 37°C pendant 24h.

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

IV.1. Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques des échantillons de lait issu ont été évaluées grâce à un panel non entraîné à qui nous avons fait appel composé de 04 volontaires, tous travaillant dans le laboratoire, de différent sexe, et d'un âge compris entre 28 à 50 ans, avec niveau intellectuel variable aussi).

Tableau 12 : Résultats des caractéristiques organoleptiques du lait de chamelles cru.

Echantillon	F1	F2	C1	C2	Vache
caractéristiques					
Couleur	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc jaunâtre
Gout	Légèrement salé	Légèrement salé	Légèrement salé	Légèrement salé	Aucune particularité
Odeur	Légère	Légère	Forte	Forte	Légère

Le lait camelin est blanc opaque (Yagil, 1982 ; Farah, 2004 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010), avec un goût légèrement salé (Yagil, 1982 ; Farah, 2004 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010 ; El Imam Abdalla, 2012 ; Prajapati et al., 2012).

Il semble alors que la région d'élevage n'a pas d'impact sur la couleur du lait de chamelles. La couleur blanche du lait camelin est due à l'absence de la riboflavine responsable de la couleur blanc-jaunâtre du lait bovin. La présence de la β -carotène est responsable de la couleur jaunâtre de la matière grasse du lait bovin. Cette vitamine liposoluble, absente dans le lait camelin est responsable de la couleur blanche de la matière grasse de ce lait (Yagil et Etzion, 1980 ; El-Agamy, 2000 ; Wangoh et al., 1998 ; Farah, 2004).

D'après de nombreux auteurs, le goût du lait de chamelle dépendrait de la nature des fourrages broutés (Yagil et Etzion, 1980 ; Wangoh et al., 1998 ; Farah, 2004 ; Siboukeur, 2007 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; El Imam Abdalla, 2012).

Le type d'alimentation aurait probablement une influence sur l'odeur du lait. Dans ce contexte, (Gast et al., 1969) rapportent que des pâturages camélins composés de *Schouwia purpurea* donnent une odeur de Chou au lait.

IV.2. Caractéristiques physico-chimiques

Les résultats relatifs aux caractéristiques physicochimiques du lait cru camelin collecté de la région de Laghouat, sont enregistrés sur le Tableau 13.

Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait de chèvres cru.

Paramètres	Moyenne des 4 échantillons
Paramètres physicochimiques :	
pH (à 20°C)	6,51 ± 0,032
Acidité Dornic (°D)	19,5 ± 1,290
Densité	1027 ± 0,003
Composition de lait :	
Matière sèche totale (%)	11,18 ± 0,629
Matière grasse (%)	3,43 ± 0,573
Taux de Lactose (%)	4,46 ± 0,190
Taux de protéine (%)	3,07 ± 0,114

IV.2.1. Résultats de la mesure du pH

La valeur moyenne de pH du lait de chamelle cru que nous avons analysée (figure 11), est égale à $6,51 \pm 0,032$. Le lait camelin serait légèrement plus acide que les laits humain (pH= 7,01) et bovin (pH= 6,65) (**Kamoun, 1995**).

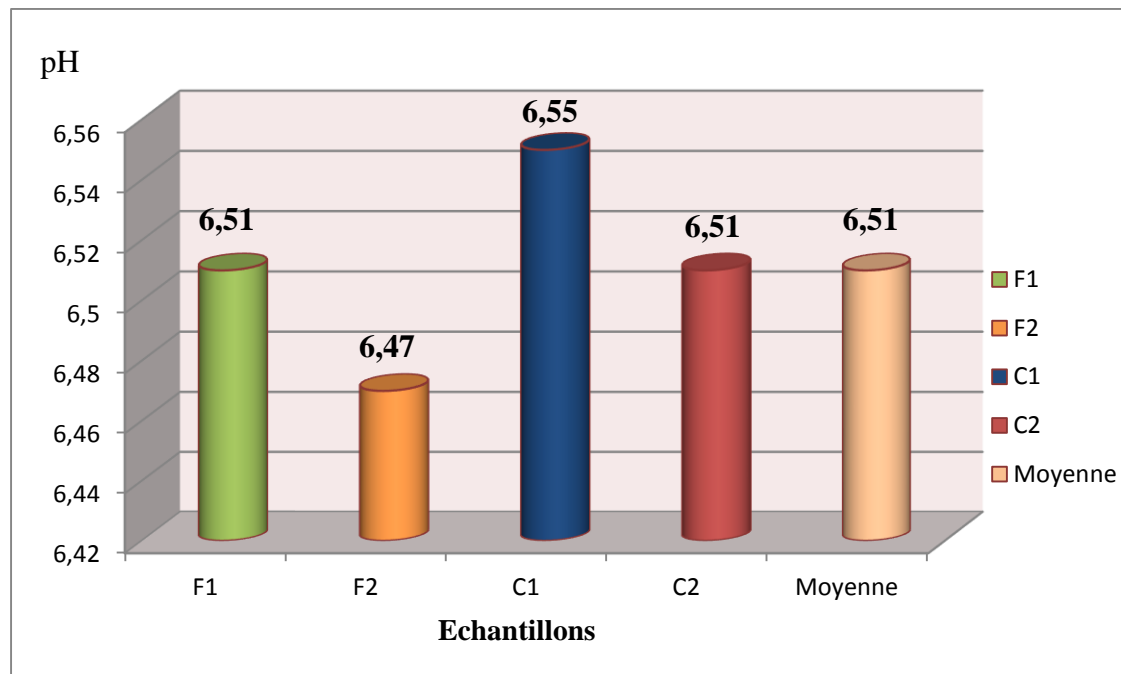


Figure 11 : Histogramme des valeurs du pH des échantillons du lait de chamelles cru.

Les valeurs de pH qu'on a relevées (figure 11) à un moyen de (6,51) est égale à la valeur qui trouvé par (**Kamoun, 1995**) en Tunisie (pH = $6,51 \pm 0,12$), et inférieur à les valeurs qui trouves par (**Mehaia, 1993**) en Arabie Saoudite (PH = $6,61 \pm 0,02$), (**Abulehia, 1989**) en Arabie Saoudite (pH = $6,55 \pm 0,04$).

D'autres auteurs trouvés des valeurs plus moins, tels que (**Siboukeur, 2007**) (pH= $6,31 \pm 0,15$) et (**Sboui et al., 2009**) (pH=6,41), (**Sawaya et al., 1984**) et (**Abu-Tarboush et al., 1998**), en Arabie Saoudite (pH= $6,49 \pm 0,024$).

Le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau (**Gorban et Izzeldin, 1997**). **Saley, 1993**, estime que la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de chamelle, serait à l'origine du pH bas. Par ailleurs, le pH bas du lait chamelle peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils (**Yagil, 1985**).

IV.2.2. L'acidité titrable

Les échantillons du lait de chamelles qui nous avons analysé, présentent une moyenne d'acidité titrable de l'ordre de $19,5 \text{ } ^\circ\text{D} \pm 1,2$ (figure 12), Cette valeur plus élevée par rapport à celle du lait bovin qui est de l'ordre de 15°D (Sawaya et al., 1984).

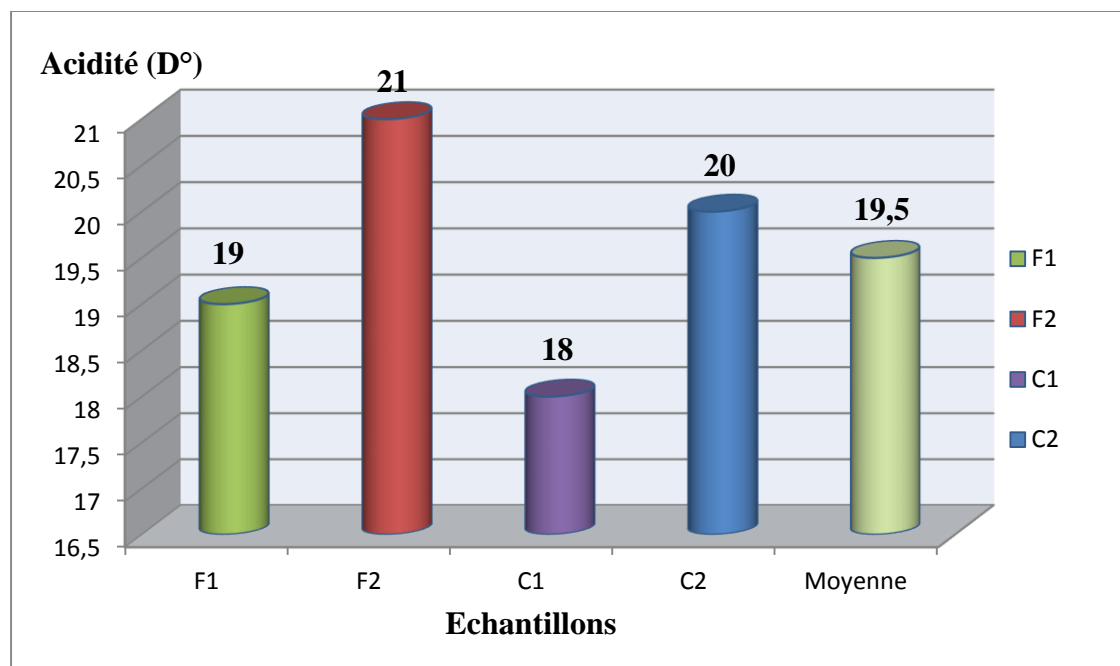


Figure 12 : Histogramme des valeurs de l'acidité titrable des échantillons du lait de chamelles cru.

Il est important de préciser que le lait camelin est caractérisé par un effet tampon plus élevé par rapport au lait bovin, c'est-à-dire que le pH arrive à se maintenir approximativement au même niveau malgré l'élévation de l'acidité Dornic (Kamoun et Ramet, 1989).

Les valeurs de l'acidité qu'on a relevées dans la présente étude (figure 10) à un moyen de $19,5 \text{ } ^\circ\text{D}$, sont plus ou moins élevée à des travaux rapportés par certains auteurs soit $18,2 \text{ } ^\circ\text{D}$ (Siboukeur, 2007), $18 \text{ } ^\circ\text{D}$ (Khaskheli et al., 2005) en Inde. En revanche, les valeurs évoquées par (Saboui et al., 2009) ($17,2 \text{ } ^\circ\text{D}$), (Meiloud et al., 2011) en Mauritanie (16°D), (Elamin et Wilcox, 1992) en Arabie Saoudite (15°D), (Abu-Lehia, 1994) en Arabie Saoudite ($15 \text{ } ^\circ\text{D}$) et (Kamoun, 1995) en Tunisie ($15,6^\circ\text{D}$) sont plus faibles.

Ainsi (Konuspayeva, 2007) et (Faye et al., 2010) au Kazakhstan signalent des valeurs plus élevées (26 et $24,04 \text{ } ^\circ\text{D}$ respectivement).

IV.2.3. La densité

La densité des échantillons du lait de chamelle cru qui nous avons analysé de moyenne est égale à $1027 \pm 0,003$ (figure 13), elle est inférieure à celle de lait bovin (1032) (Kamoun, 1995).

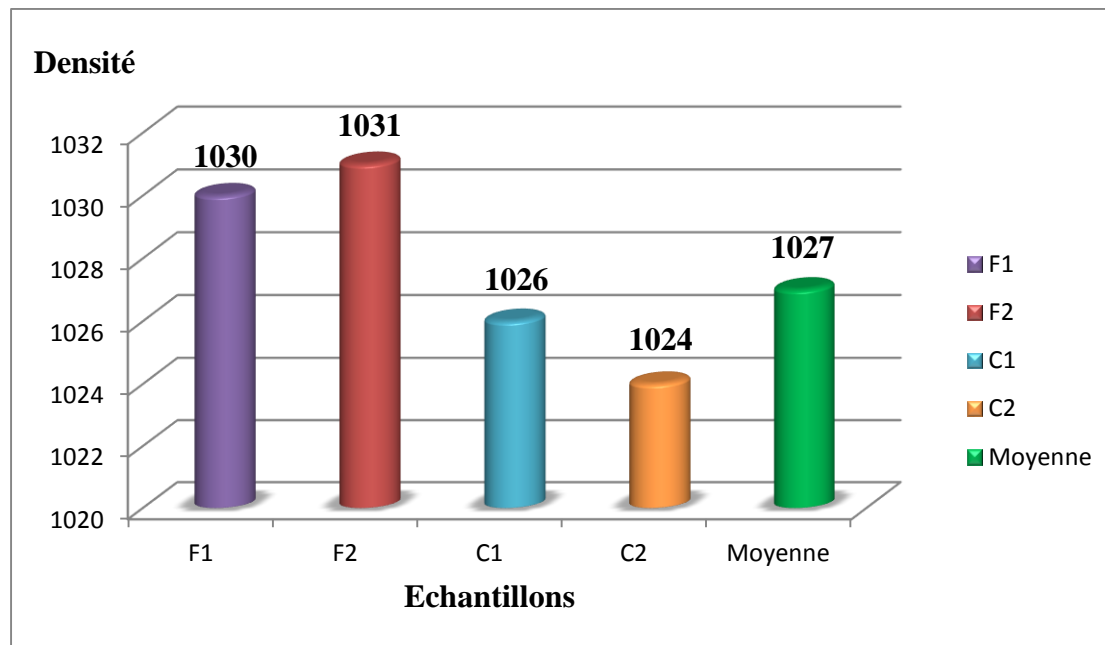


Figure 13 : Histogramme des valeurs de la densité des échantillons du lait de chamelle cru.

Les valeurs de la densité on a relevées dans la présente étude à un moyen de 1027, D'autre part elles sont différent de celles rapportées par (Saboui *et al.*, 2009) : 1020 et (Siboukeur, 2007) : 1023 et (Farah, 1993) : 1029.

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche, liée fortement à la fréquence d'abreuvement (Siboukeur, 2007). Deux facteurs de variation opposés déterminent la densité: la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse. La densité varie proportionnellement à la concentration en éléments dissous et en suspension ; mais varie de façon inverse à la tension en graisse. Elle varie aussi avec la température (Fall, 1997).

IV.2.4. La matière sèche totale

La teneur moyenne en matière sèche totale des échantillons qui nous avons analysé est égale à $11,18\% \pm 0,62$ (figure 14), celle-ci semble inférieur par rapport à celle de lait bovin (12,8 %) et de lait humain (12%) selon (Gorban et Izzeldin, 1997).

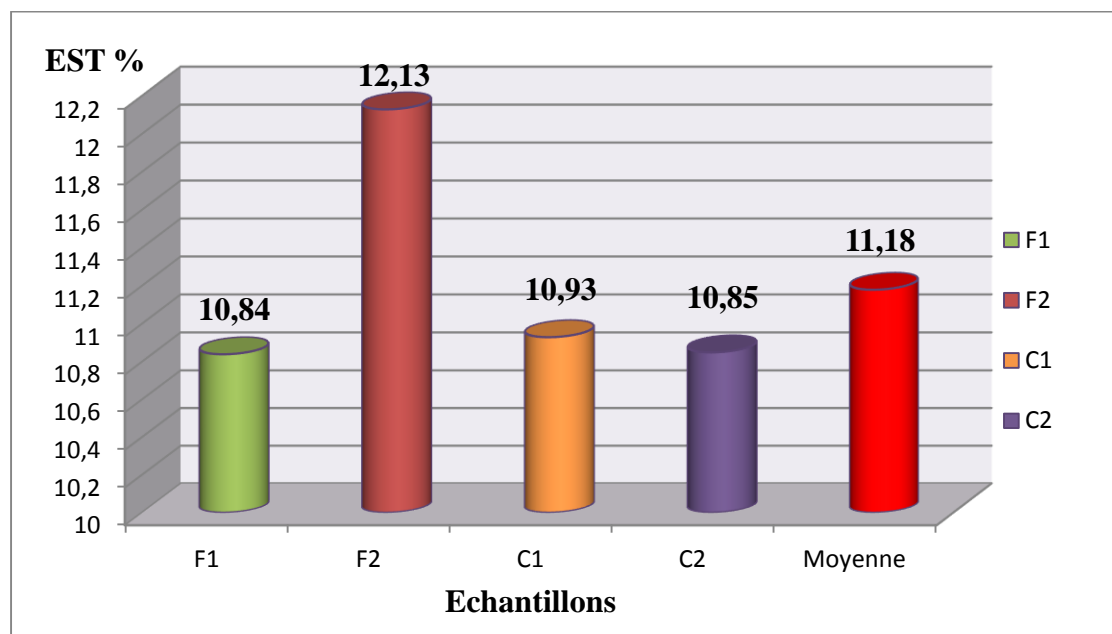


Figure 14 : Histogramme du taux de matière sèche totale des échantillons du lait de chamelles cru.

Les valeurs de la matière sèche qu'on a relevées (figure 14) à un moyen de 11,18 %, sont inférieur à ceux du lait de chamelle rapportés par (Haddadin et al., 2008) en Jordanie avec 12,3%, et plus élevée que celles rapportées par (Farah, 1996) : 9,78 %, et par (Mehaia, 1993) : 8,64%.

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en matière sèche total était dû à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (Khaskheli et al., 2005). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. (Haddadin et al., 2008) ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi-hiver et son minimum en été. De même, (Yagil et Etzion, 1980) avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau faisait chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3 à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse.

La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (Khaskheli *et al.*, 2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (Yagil, 1982). Des variabilités génétiques (Ereifej *et al.*, 2011) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle ont été également rapportés (Konuspayeva *et al.*, 2009).

IV.2.5. Matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse du lait cru qui nous avons analysée est égale à 3,43% \pm 0,57 (figure 15). Elle semble plus faible que celles de lait bovin (3,7 %) et plus faible de celle de lait humain (4,5 %).

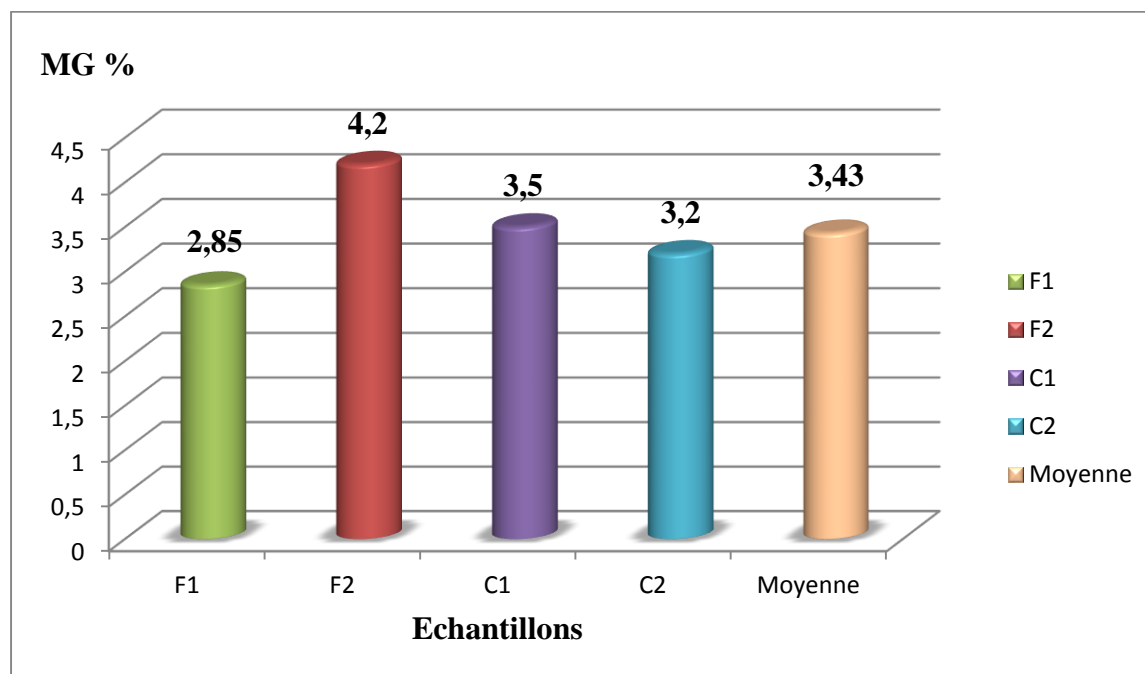


Figure 15 : Histogramme du taux de matière grasse des échantillons du lait de chammelles cru.

Les valeurs du taux de matière grasse on a relevées dans la présente étude à un moyen de 3,43 %, Elle est comparable à celle rapportée par : 3,16 %, et supérieur à la valeur trouvé par Haddadin *et al.*, 2008 et qui été de l'ordre de 2,95 %.

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse. En effet, la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse par rapport à celui des autres traites, bien que quantitativement plus important (Kamoun, 1995).

D'après (Yagil et Etzion, 1980), cité par (Al Haj et Al Kanhal, 2010) la teneur en matière grasse du lait de chamelle passe de 4,3 % dans le lait produit par des chameaux assoiffés.

IV.2.6. Taux de lactose

La teneur moyenne en lactose du lait cru qui nous avons analysée est égale à le à $4,46\% \pm 0,19$. Cette teneur paraît inférieur à celle du lait bovin (4.7 %), mais faible par rapport à celle du lait humain (7 %) selon (Kappeler, 1998).

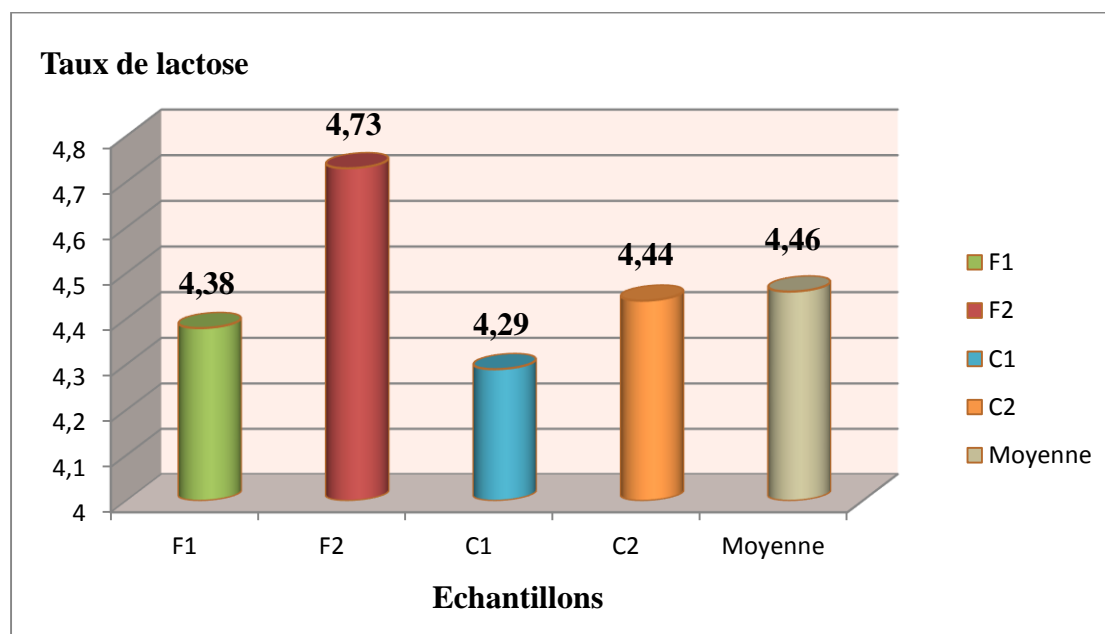


Figure 16 : Histogramme du taux de lactose des échantillons du lait de chamelle cru.

Les valeurs du taux de lactose on a relevées dans la présente étude à un moyen de 44,6 %, presque est égale à la valeur trouvées par (Mehaia, 1993) (44,4g/l). Et supérieur de valeurs trouvées par (Karue, 1994), en Arabie Saoudite, (36,5 g/l). Un taux élevé que celui rapporté par, (Gnan et Shereha, 1986) (56,1g/l) (Kamoun, 1995) en Egypte (58,5 g/l). D'après (Yagil et Etzion, 1980), Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chameaux.

IV.2.7. Taux de protéine totale

Le taux de protéine des échantillons du lait de chamelle cru qu'on a analysé de moyenne est égale à $(30,7 \text{ g/l}) \pm 0,11$ (figure 17), elle semble inférieure à celles du lait bovin (32 g/l) et deux fois plus supérieure par rapport à celle du lait humain (12 g/l) (Siboukeur, 2007).

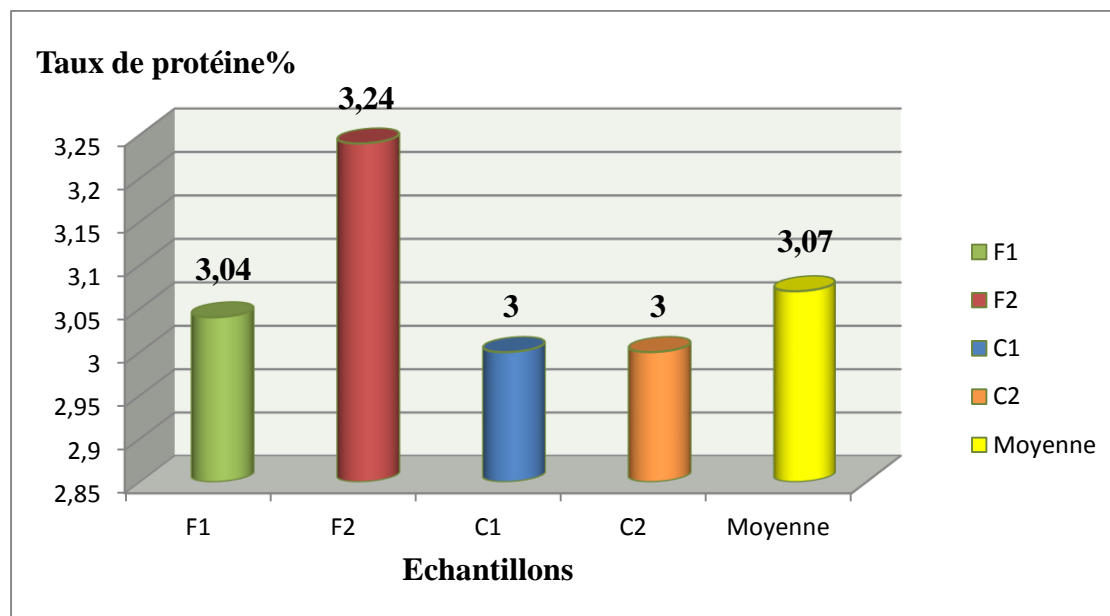


Figure 17 : Histogramme du taux de protéine des échantillons du lait de chamelle cru.

Les valeurs du taux de protéine on a relevées dans la présente étude à un moyen de (30,7 g/l), Celle-ci se rapproche des valeurs trouvées par (Mehaia, 1993), (29,1 g/l). Une teneur élevée que celui rapporté par (Siboukeur, 2007) 35,68 g/l et plus élevée à des valeurs trouvées par, (Haddadin et al., 2008) 26,9 g/l, ainsi (Gnan et al., 1994) à savoir 21,5 g/l.

De nombreux auteurs montrent qu'un régime alimentaire basé sur l'herbe entraîne la baisse des taux de protéines et de matière grasse du lait. (Delaby et Peyraud, 1994), (Wolter, 1997), montre que l'élevage par ensilage de maïs, betteraves et concentrés entraîne une augmentation de taux de protéines, alors que l'élevage par l'herbe ou un ensilage médiocre, entraîne un abaissement de taux de protéines.

Enfin, les races et les conditions saisonnières en particulier influence raient également la teneur en protéines du lait de chamelle (Al Haj et Al Kanhal, 2010).

D'après la comparaison avec les résultats de différents auteurs on peut dire que les résultats des quatre échantillons sont dans les normes internationales.

Tableau 14: Représentation des résultats d'analyse physico chimique et organoleptiques et leurs conformités.

Echantillons Caractères	F1	F2	C1	C2
PH	6,51	6,47	6,55	6,51
Acidité°D	19	21	18	20
Densité %	1030	1031	1026	1024
Matière grasse %	2,85	4,2	3,5	3,2
Matière sèche %	10,84	12,13	10,93	10,85
Taux de la protéine %	3,04	03,24	3,00	3,00
Taux du lactose%	04,38	04,73	4,29	4,44
Couleur	normal	normal	normal	normal
Gout	normal	normal	normal	normal
Odeur	normal	normal	normal	normal
Conformité	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

IV.3. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

Les résultats du dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux sur le milieu gélosé PCA après incubation à 30°C pendant 48 h sont représentés dans le tableau 15.

Le dénombrement se fait par comptage de colonies formées sur le milieu solide (il s'exprime alors en unités formant colonies : UFC). Seules les boites contenant entre 15 et 300 UFC ont été prises en considération.

Tableau 15 : Résultats du Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux de 4 échantillons de lait de chamelle cru après 48h d'incubation à 30°C.

	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	Résultats	Normes	Décision
C1	254	30	02	25,81.10 ⁵	3.10 ⁵ UFC/ml	Non conforme
C2	270	18	10	26,18.10 ⁵	3.10 ⁵ UFC/ml	Non conforme
F1	32	10	01	4,1.10 ⁵	3.10 ⁵ UFC/ml	Non conforme
F2	210	33	06	22,09.10 ⁵	3.10 ⁵ UFC/ml	Non conforme

On a employé les valeurs limites microbiologiques pour évaluer la qualité microbiologique du lait de chamelle. En vertu des dispositions de l'arrêté interministériel, du 27 mai 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires ; la limite d'acceptabilité de la présence de flore totale aérobie mésophile dans le lait cru est de l'ordre de 3.10⁵ UFC/ml.

D'après les résultats obtenus des échantillons ce sont montrés non conforme aux normes algériennes de la qualité hygiénique du lait cru.

IV.4. Dénombrements des indicateurs de contamination fécale

IV.4.1. Dénombrement des coliformes fécaux

Le tableau 16 montre les résultats du dénombrement des indicateurs de contamination fécale (coliformes fécaux) sur les milieux liquides VRBG ; incubation à 44°C pendant 48h.

Tableau 16 : Résultats du dénombrement des Coliforme fécaux sur VRBG à 44°C / 48h.

	Solution mère	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	Résultats	Normes	Décision
C1	175	60	04	0	2,13.10 ²	3.10 ³	Conforme
C2	>300	>300	128	13	1,4.10 ²	3.10 ³	Conforme
F1	191	27	02	0	1,98.10 ²	3.10 ³	Conforme
F2	250	79	10	02	8,09.10 ²	3.10 ³	Conforme

D'après les résultats obtenus des échantillons ce sont montrés conforme aux normes algériennes de la qualité hygiénique du lait cru.

IV.4.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux

La figure 18 montrent les résultats de la recherche des Streptocoques fécaux sur les milieux liquides Roth (test présomptif, incubation à 37°C) photo A et EVA Litsky (test confirmatif, incubation à 37°C) photo B et les résultats de dénombrement sont résumés dans le Tableau 17.



Figure 18 : Photo représentant le résultat de la recherche des Streptocoques fécaux,
A : Test présomptif, B : Test Confirmatif.

Tableau 17 : Dénombrement des streptocoques fécaux à 37°C.

		Solution mère	10 ⁻¹	10 ⁻²	Décision
C1	Roth	+++	+++	+++	conforme
	EVA	0	0	0	
C2	Roth	+++	+++	+++	Conforme
	EVA	0	0	0	
F1	Roth	+++	+++	+++	Conforme
	EVA	0	0	0	
F2	Roth	+++	+++	+++	conforme
	EVA	0	0	0	

(+++): croissance

Les streptocoques sont des micro-organismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit de la malpropreté du matériel de traite (**Larpen, 1997**).

IV.5. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs

La figure 19 montre le résultat obtenue après incubation de 48h dans le milieu VF à 37°C en condition anaérobie.

Les résultats du dénombrement des germes sulfito-réducteur du genre clostridium sot présenté dans le tableau 18.



Figure 19 : Photo de résultat de la recherche des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur sur milieu VF à 37°C / 48h.

Tableau 18 : Dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur.

	UFC	Norme inférieur à	Décision
C1	00	50	conforme
C2	00	50	conforme
F1	01	50	conforme
F2	00	50	conforme

Les *Clostridium*s sulfito-réducteur et *Clostridium perfringens* réduisent les sulfites en sulfures.

Les *Clostridium*s sulfito-réducteurs (ou leurs spores) bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur.

IV.6. Recherche des germes pathogènes

IV.6.1. Recherche de *Salmonella*

La figure 20 montre le résultat de l'isolement des échantillons du lait cru enrichis sur gélose Hektoen, on remarque qu'après incubation, plusieurs types de colonies à la surface du milieu sont apparus.

La gélose Hektoen est un milieu de choix pour l'isolement des entérobactéries pathogènes

- La présence d'extrait de levures et de sucres, et la qualité des peptones favorisent la croissance des *Salmonella* et des *Shigella* même fragiles.
- Des sels biliaires assurent le pouvoir sélectif en limitant le développement des coliformes et des *Proteus*.
- L'orientation de l'identification des bactéries isolées est fondée sur l'attaque de trois sucres, le lactose, la salicine et le saccharose, permettant un repérage plus précis des *Salmonella* et des *Shigella* qui n'attaquent aucun de ces sucres
- Une différenciation supplémentaire reposant sur la production d' H_2S est également possible grâce à la présence de thiosulfate et de citrate de fer : elle se traduit par des colonies à centre noir, coloration due à la formation de sulfure de fer (**Marchal et al., 1991**).

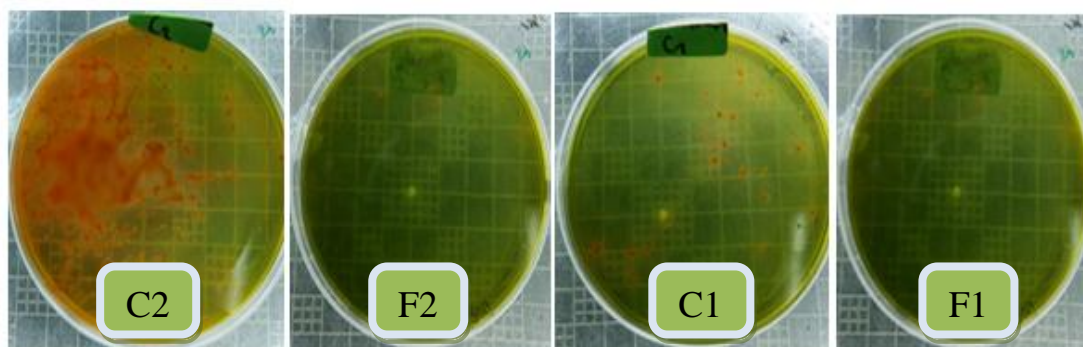


Figure 20 : Photo représentant le résultat de la recherche de salmonelle sur milieu hemtoen à 37°C / 24h.

On remarque l'absence totale des colonies bleus verts à centre noir ce qui veut-dire les salmonelles sont excepte dans les échantillons de lait de chamelle cru.

IV.6.2. Recherches de *Staphylococcus aureus*

La présence des staphylocoques dans le lait cru représente un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches appartenant principalement à l'espèce *Staphylococcus aureus* produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire à staphylocoques (**Brisabois et al., 1999**).

Le milieu Baird-Parker Agar (gélose Baird-Parker) est un milieu différentiel modérément sélectif servant à l'isolement et à l'énumération des *Staphylococcus aureus* issus d'échantillons alimentaires, environnementaux et cliniques (Figure 21).



Figure 21 : Photo représentant l'aspect des colonies de *Staphylococcus sp* sur milieu Baird- Parker incubé à 37°C / 24h.

Les staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus*) produisent des colonies convexes brillantes de couleur gris foncé à noire présentant un contour complet et des zones transparentes. Les colonies peuvent ou non être entourées d'une zone opaque. Les staphylocoques à coagulase négative entraînent une croissance faible ou aucune croissance, et produisent des colonies grises à noires, généralement sans zones transparentes ou opaques.

Le dénombrement des colonies sur milieu Baird- Parker et l'aspect des colonies sur le milieu Chapman sont représenté dans le tableau 19.

Tableau 19 : Dénombrement des colonies de *staphylococcus sp* sur milieu Baird-Parker et l'aspect des colonies sur le milieu Chapman.

	Baird Parker	Chapman
C1	300 UFC	Couleur blanche
C2	300 UFC	Couleur blanche
F1	102 UFC	Couleur blanche
F2	50 UFC	Couleur jaune


Sur le milieu Chapman (figure 22), les colonies de *Staphylococcus* apparaissent souvent pigmentées et entourées d'une aréole jaune dans le cas où le mannitol est fermenté dans le cas contraire, les colonies sont non pigmentées, de couleur blanche. Ces colonies sont brillantes, crémeuses, arrondies à bords réguliers de 1 mm de diamètre après 24 heures d'incubation à 37°C.



Figure 22 : Photo représentant l'aspect des colonies de *staphylococcus sp* sur gélose Chapman à 37°C /24h.

Les résultats de l'étude des différents caractères macroscopiques et microscopiques des colonies sont représentés dans le tableau 20.

Tableau 20: Résultats de l'étude macroscopique et microscopique des souches identifiées.

Milieu de culture	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
Gélose Chapman	Colonies de petite taille moyenne, lisse, brillantes, pigmentes en jaune (due à la fermentation du mannitol) ou non pigmentées	 coques isolées ou sous forme de grappes, à Gram positif

La gélose de Chapman au mannitol permet l'isolement sélectif, la recherche et le dénombrement des staphylocoques pathogènes dans le lait. Elle se caractérise par:

- La forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des bactéries autres 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 confirmée par la recherche de la coagulase et la catalase

A. Coagulase positive : Il y a formation d'un coagulum de fibrine. Le fibrinogène (soluble) a donc été transformé en fibrine (insoluble) la bactérie possède donc une coagulase libre. Elle est dite coagulase libre (+) ou encore coagulase (+). (Figure 23).

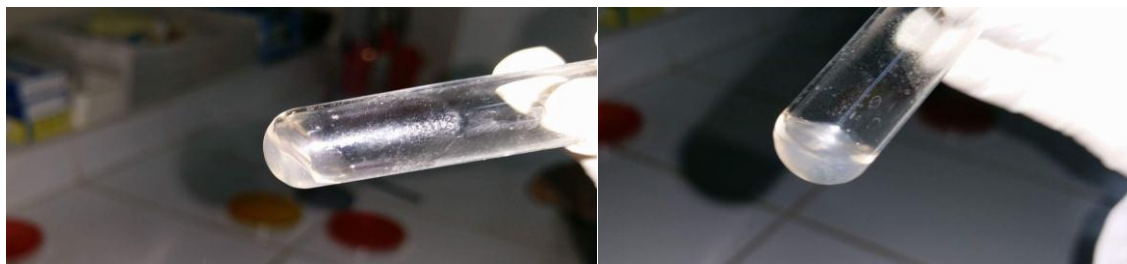


Figure 23 : Photo du test coagulase positif.

B. Test catalase

Un test catalase a été pratiqué sur quelques colonies, l'apparition d'un dégagement de bulles met en évidence un test catalase positif.



Figure 24 : Photo du test catalase positif.

La norme concernant le *Staphylococcus aureus* est l'absence du germe. Les résultats obtenus présentent une présence de *Staphylococcus aureus* dans l'échantillon F2. Cela veut dire que le lait de la ferme 2 est non conforme à la norme. Cette non-conformité peut être le résultat d'une mammite.

C. Antibiogramme de l'espèce identifiée

Les antibiotiques utilisés pour cet antibiogramme ont été sélectionnés après consultation du livre standardisation de l'antibiogramme en médecine vétérinaire à l'échelle nationale et notre choix a été fixé sur les antibiotiques de l'espèce cameline.

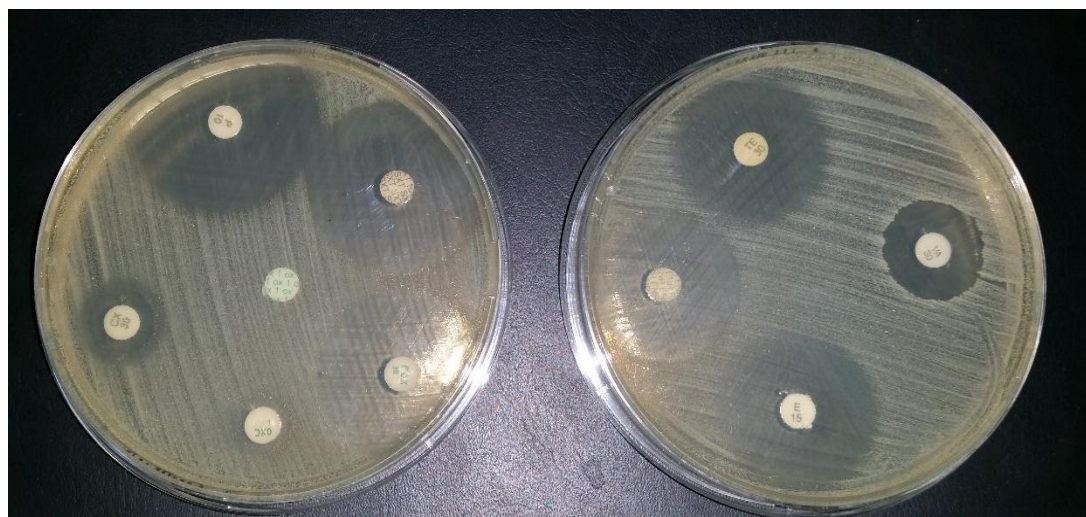


Figure 25 : Photo représentant les résultats de l'antibiogramme de *staphylococcus aureus* isolé à partir de l'échantillon F2 de lait de chamelle cru avec les ATB (FOX, SXT, P, TE, VA, OX, E, ENRO) après incubation à 37°C / 24h.

Tableau 21 : Diamètre d'inhibition (mm) des antibiotiques testé.

Antibiotiques	Diamètre d'inhibition (mm)	Valeur critique (mm)	Sensible /Résistant
Cefoxitine	36	≥ 20	S
Triméthoprim + sulfaméthoxazole	40	≥ 16	S
Penicillin	42	≥ 29	S
Tetracycline	34	≥ 19	S
Vancomycin	20	≥ 15	S
Oxacillin	18	≥ 13	S
Erythromycin	23	≥ 23	S
Enrofloxacin	30	≥ 23	S

S : sensible

D'après les résultats de l'antibiogramme (Tableau 21) la souche *S. aureus* c'est avéré une souche sensible aux antibiotiques de la famille des Béta-lactamine à savoir l'oxaciline avec un diamètre de 18 mm de la zone d'inhibition et la pénicilline avec un diamètre de 42 mm de la zone d'inhibition.

Ce résultat a été confirmé par le test de la sensibilité à la cefoxitine (36 mm) selon les normes NCGS. Donc cette souche de *Staphylococcus aureus* isolée à partir de l'échantillon F2 d'un lait de chamelle ne présente pas une résistance aux antibiotiques prescrit en cas de mammites.

IV.7. Isolement, purification et identification des lactobacilles

IV.7.1. Examen morphologique

L'examen macroscopique des cultures sur milieux MRS, après 48 h à 37°C montre des colonies généralement bien isolées. Elles sont punctiformes de couleur blanche (LB1) et blanche crème (LB2), surélevés et opaques, ces caractères cultureux correspondent aux colonies des *Lactobacillus sp.*

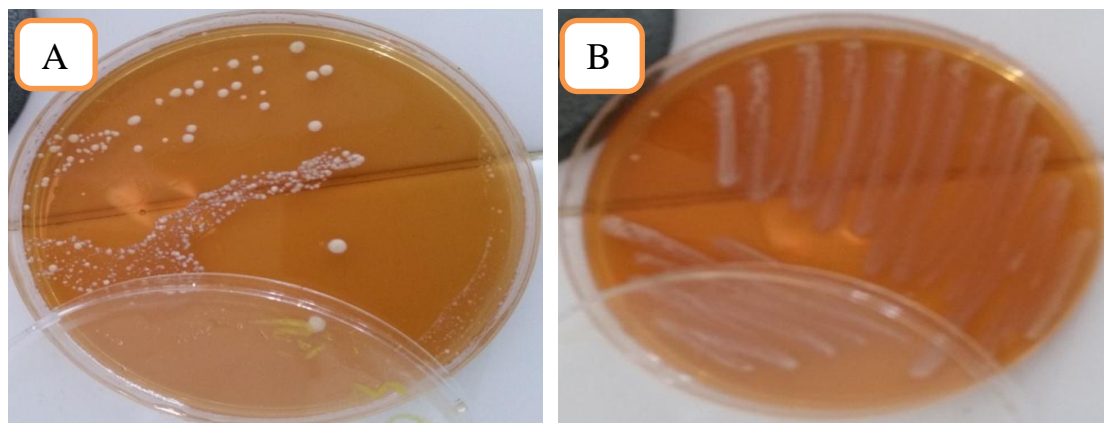


Figure 26 : Photo représentant l'aspect des colonies de la souche LB 1 (A) et l'aspect des colonies de la souche LB 2 (B) après repiquages successifs par des stries sur gélose MRS incubées 48 heures à 37°C.

IV.7.2. Observation microscopique

L'observation microscopique nous permet d'authentifier les souches utilisées dans notre étude. Les souches LB1 et LB2 sont des Bacilles Gram positive, de forme allongée, en chaînettes plus ou moins longue figure 27 (A et B). L'uniformité des cellules confirme la purification parfaite de cette souche étudiée.

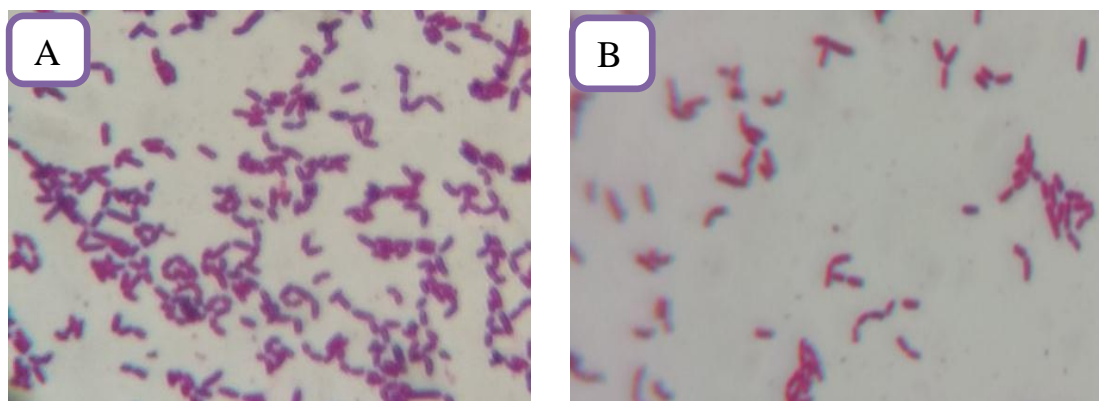


Figure 27 : Photo représentant l'observation microscopique des cellules des souches LB 1 (A) et LB 2 (B) sous microscopie optique (Grossissement $\times 100$ immersion).

IV.7. 3. Profils physiologiques et biochimiques des souches LB 1 et LB 2

Les résultats des profils physiologiques et biochimiques des souches LB 1 et LB 2 sont résumés dans le tableau 22.

Tableau 22: Résultats des profils physiologiques et biochimiques des souches LB 1 et LB 2 isolés à partir de de lait de chamelle cru.

Souches lactiques		LB1	LB2
Test étudiés			
Etude morphologique	Aspect macroscopique	Petites colonies rondes de couleur blanche.	Petites colonies identiques de couleur blanche crème.
	Aspect microscopique	Des bacilles Gram positif (+) groupées en chaînes.	Des bacilles Gram positif (+) groupées en Paires.
Etude biochimique	Test de catalase	Catalase négatif (-)	Catalase négatif (-)
	Test d'oxydase	Oxydase négatif (-)	Oxydase négatif (-)
	La croissance à 15 °C et à 45°C	Pousse à 15°C alors qu'à 45 °C ne pousse pas	Pousse à 15°C alors qu'à 45 °C ne pousse pas
	Test ADH	-	-
	Test Citrate	-	-
	Test Mannitol	+	+
	Test Indole	-	+
	Test TSI	+	+
	Test Esculine	+	+
Etude de la mobilité	Test de la mobilité	Cellules immobiles	Cellules immobiles

(+) Positif ; (-) Négatif

En comparant les profils physiologiques et biochimiques de deux souches isolés LB 1 et LB 2 on constate qu'elles ont un profil morphologique différent et un profil biochimique similaire à l'exception du test d'indole positif chez LB 2 et négatif chez LB 1.

Ces résultats vont avec les résultats de la galerie Api 50 CHL nous permettre d'identifier biochimiquement ces souches.

IV.7. 4. Fermentation des sucres (Galerie API 50 CHL)



Figure 28 : Photo représentant les résultats de la plaque API 50 CHL des souches LB1 et LB 2.

Selon le profil fermentaire issue du test de la galerie API 50 CHL (figure 28) la souche LB 1 a la capacité de fermenté 15 sucres après 48h d'incubation à 37°C. Par contre la souche LB 2 (figure 28) a la capacité de fermenté 19 sucres, les 15 sucres fermenter par LB 1 plus 4 autres sucres ((D- Melibiose, D-Manitol, D-Sorbitol, D – Galactose) comme c'est présenté dans le tableau 23.

Tableau 23: Résultats du profil fermentaire (API 50 CHL) des souches isolés.

SUCRE	Souche	LB1	LB2
0) Témoin		-	-
1) Glycerol		-	-
2) Erythritol		-	-
3) D-Arabinose		-	-
4) L-Arabinose		-	-
5) D-Ribose		+	+
6) D-Xylose		-	-
7) L-Xylose		-	-
8) D-Adonitol		-	-
9) Methyl- β D-xylopyranoside		-	-
10) D- Galactose		-	+
11) D – Glucose		+	+
12) D- Fructose		+	+
13) D- Mannose		+	+
14) L- Sorbose		-	-
15) L-Rhamnose		-	-
16) Dulcitol		-	-
17) Inositol		-	-
18) D-Manitol		-	+
19) D- Sorbitol		-	+
20) Méthyl- α - Mannopyranoside		-	-
21) Méthyl - α - Glucopyranoside		-	-
22) N-Acétyl glucosamine		+	+
23) Amygladine		+	+
24) Arbutine		+	+
25) Esculine		+	+
26) Salicine		+	+
27) D-Cellobiose		+	+
28) D- Maltose		+	+
29) D-Lactose		+	+
30) D-Melibiose		-	+
31) D-Saccharose		+	+
32) D- Tréhalose		+	+
33) Inuline		-	-
34) D-Mélicitose		-	-
35) D-Raffinose		-	-
36) Amidon		-	-
37) Glycogène		-	-
38) Xylitol		-	-
39) Gentiobiose		+	+
40) D-Turanose		-	-
41) D -Lyxose		-	-
42) D-Tagatose		-	-
43) D -Fucose		-	-
44) L-Fucose		-	-
45) D-Arabitol		-	-
46) L-Arabitol		-	-
47) Potassium Gluconate		-	-
48) Potassium2 Cétogluconate		-	-
49) Potassium5 Cétogluconate		-	-

IV.7. 5. Identification des souches LB 1 et LB 2 par ABIS online

Les résultats des profils physiologiques et biochimiques ainsi que les résultats des galeries API 50 CHL ont été introduit dans le logiciel ABIS online (figure 29).

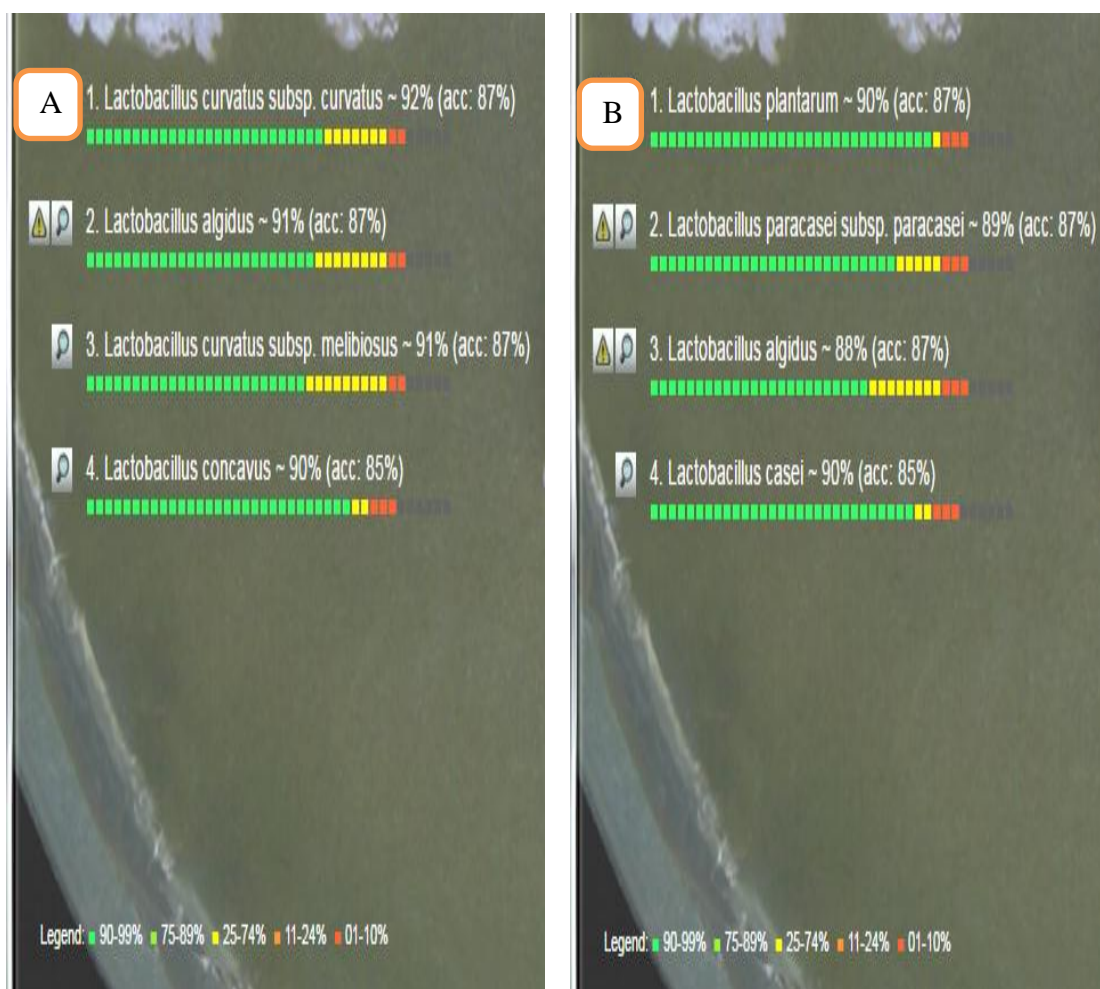


Figure 29 : Photo représentant l'interface du logiciel ABIS online : (A) l'identification de *Lactobacillus curvatus* LB 1 et (B) l'identification de *Lactobacillus plantarum* LB 2.

L'interrogation du logiciel ABIS online qui compare les deux profils de nos souches LB 1 et LB 2 avec sa banque de données, suggère une appartenance de la souche LB 1 à l'espèce *Lactobacillus curvatus* avec 92% d'identité et une appartenance de la souche LB 2 à l'espèce *Lactobacillus plantarum* avec 90% d'identité cependant, il faut confirmer ce résultat avec une identification génétique qui est plus précise.

IV.8. Activité antibactérienne

La figure 30 montre que les souches *Lactobacillus curvatus* LB1 et *Lactobacillus plantarum* LB2 possèdent un pouvoir inhibant vis à vis des souches pathogènes utilisées *Escherichia coli*, et *Staphylococcus aureus* respectivement.

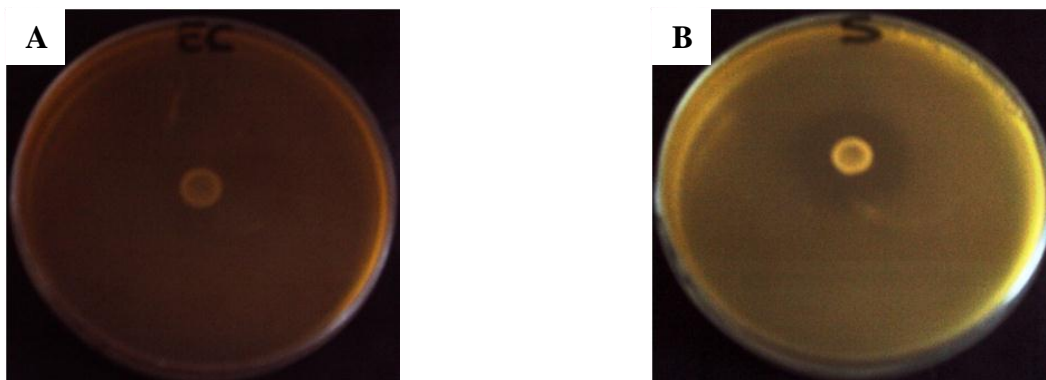


Figure 30 : (A) l'interaction entre la souche *Lactobacillus curvatus* LB 1 et *Escherichia coli*, (B) l'interaction entre la souche *Lactobacillus plantarum* LB 2 et *Staphylococcus aureus*.

Les diamètres des zones d'inhibitions sont représentés dans la figure 31 où on remarque que la souche *Lactobacillus curvatus* LB1 possède un grand potentiel d'inhibition vis à vis des bactéries pathogènes avec une forte sensibilité de la souche *Escherichia coli* (70 mm) et un bon résultat sur *Bacillus subtilis* (27 mm) tandis que la souche *Lactobacillus plantarum* LB2 montre une forte activité vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus* (34 mm) et des activités moyenne vis avis des autres souches testés à l'exception de la souche *Escherichia coli* qui a montré une forte sensibilité (56 mm) vis-à-vis des souches lactiques probablement due à une forte production d'acide lactique.

Les microorganismes pathogènes testés dans notre étude sont impliqués dans les toxi-infections alimentaires appartiennent aux espèces suivantes : *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella sp.*, *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Staphylococcus aureus*(ATCC 43300). Les résultats des interactions montrent que les souches *Lactobacillus curvatus* LB 1 et *Lactobacillus plantarum* LB 2 possèdent un effet inhibiteur contre les 5 souches pathogènes utilisées. Nous avons remarqué que la souche *Lactobacillus curvatus* LB 1 est plus active sur *Escherichia coli* 70 mm, puis sur *Bacillus subtilis* 27 mm et de 21

mm pour *Staphylococcus aureus* par contre la souche *Lactobacillus plantarum* LB 2 est plus active sur *Staphylococcus aureus* (34 mm) et moins active sur *Bacillus subtilis* (13 mm).

Pour les autres souches (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella sp.*), le diamètre de la zone d'inhibition est entre 19 et 14 mm respectivement pour *Lactobacillus curvatus* LB 1 et entre 17 et 15 mm respectivement pour *Lactobacillus plantarum* LB 2. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs trouvées dans les travaux de **Bouزيد, (2008)**, où les diamètres des zones d'inhibitions de bactéries lactiques isolées du lait de chamelle sont de l'ordre de 11 mm jusqu'à 17 mm.

D'après les travaux de **Boudjani, (2009)**, les diamètres des zones d'inhibition de bactéries lactiques isolées du lait cru de vache peuvent atteindre environ 20 millimètres ; de même pour les travaux de **Savadogo et al. (2004)**, où les diamètres des zones d'inhibition des bactéries lactiques isolées du lait fermenté sont de l'ordre de 9 à 10 mm vis-à-vis de *S. aureus* et de 8 à 9 mm vis-à-vis d'*E. coli*.

En comparaison avec les travaux de **Benmammer et Hamsi, (2003)**, qui ont trouvé des zones d'inhibitions des souches de *Leuconostoc sp.* De lait cru de brebis sur *L. monocytogenes* (4 à 10mm), *S. aureus* (6 à 10 mm), *E. coli* (2 à 4mm), nos souches identifiées comme *Lactobacillus curvatus* et *Lactobacillus plantarum* sont plus active sur les bactéries pathogènes testées.

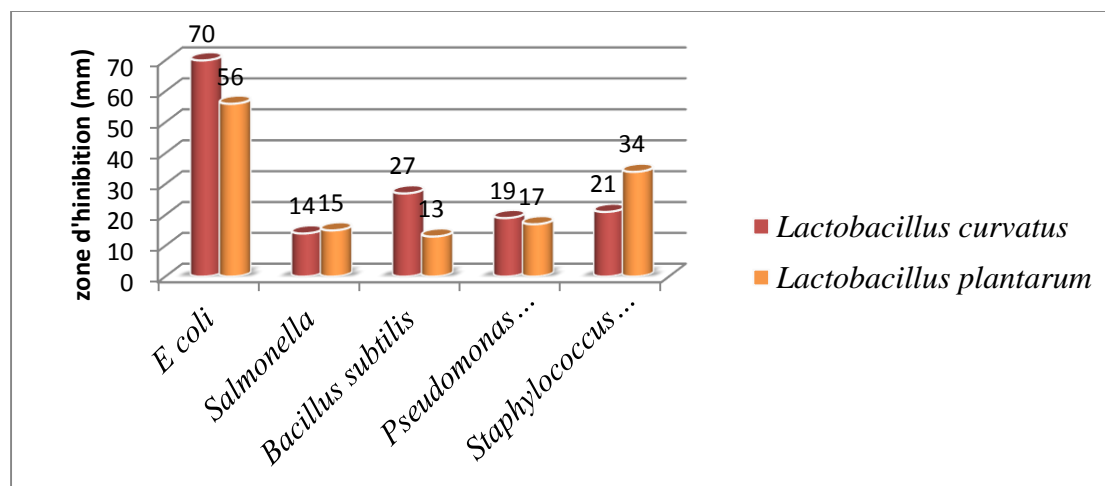


Figure 31 : Histogramme de diamètres des zones d'inhibitions des souches *Lactobacillus curvatus* LB1 et *Lactobacillus plantarum* LB2 sur les bactéries pathogènes *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella sp.*, *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300).

CONCLUSION

Le lait camelin a fait l'objet de multiples travaux par le monde, il reste que très peu d'investigation ont porté sur le lait produit dans notre pays tant dans ses volets quantitatifs, que dans ses volets liés à sa qualité physico-chimique et hygiénique, ainsi qu'à sa flore microbienne.

A travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une meilleure connaissance de ce lait et nous avons ciblé la qualité organoleptique, physico-chimique, hygiénique et l'isolement de *Lactobacillus sp* pour tester leur pouvoir antibactérien.

Notre étude de la qualité organoleptique du lait de chamelle révèle que les dégustateurs perçoivent un consensus sensoriel entre les quarts échantillons pour la couleur blanche opaque, et pour la saveur légèrement salé, mais diverge sur l'odeur qui était légère pour F1 et F2 et forte pour les échantillons C1 et C2.

Nous concluons que généralement les dégustateurs ont aimé la qualité organoleptique du lait de chamelle par rapport au lait de vache.

Concernant les analyses physico-chimiques réalisées sur les échantillons étudiés ont été en concordance avec les valeurs trouvés dans différents études réalisés à l'échelle internationale.

Les résultats de la qualité hygiénique des échantillons étudiés montre le peu de sérieux des vendeurs de ce type de lait du point de vue propreté de leurs points de vente.

L'étude de la flore lactique du lait de chamelle a été volontairement orienté vers l'isolement des lactobacilles pour leur habitude probiotique.

On est fait les deux souches isolées et identifier comme *Lactobacillus curvatus* LB1 et *Lactobacillus plantarum* LB2, ont montré une activité antibactérienne intéressante sur tout vis-à-vis du *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300) et de *Bacillus subtilis* (ATCC 6633).

Le lait de chamelle peut être une source précieuse de souches avec des propriétés antimicrobiennes intéressantes.

Enfin, malgré la bonne qualité organoleptique et physico-chimique ainsi que probiotique du lait de chamelle le point noir reste la qualité hygiénique. Donc on recommande plus de vigilance aux consommateurs de ce type de lait cru.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelilah. A. 2011. Productions bovines-support de cours- Département De Productions Et Biotechnologies Animales, Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN I.

Abu-Lehia I.H. 1989. Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions, food chem., 34p.261-272.

Abu-tarboush H. M., AL-dagalm.m. Et Al-Royli M.A., 1998. Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci.*, 81, 354-361.

Adesiyun, A., Stoute S. et David B. 2007. Pre-processed bovine milk quality in Trinidad: prevalence and characteristics of bacterial pathogens and occurrence of antimicrobial residues in milk from collection centers. Food control.

Adjas, R-C. 2015. Effet de stade de lactation sur la qualité et la composition physico-chimique du lait et son aptitude. Mémoire de Master en science et technique de production animal, Université Eljilali Bounaama, Khemiss Méliana.

Afnor. 1980. Recueil des normes françaises. Laites et produits laitiers Méthodes d'analyses, 33-34.

Afnor. 1985. Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).

Al Haj O.A. et Al Kanhalh. A. 2010. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. *International Dairy Journal*, 30, 1-11.

Al-Alawi A.A. et Laleye L.C. 2011. Characterization of camel milk protein isolates as nutraceutical and functional ingredients. Collaborative Research Project Sultan Qaboos University United Arab Emirates University.

Alves d'Oliveira L. 2007. Composition chimique du lait, [en ligne], Cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Alimentation des Animaux, mis à jour le 27/02/2007.

Ane, B., Karen, Troels, V. 2014. Le lait et la sante: Ce qu'en disent aujourd'hui des chercheurs indépendants. BoD - Books on Demand. Paris, France, 164p. Antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo. *Food Chem.*, 68, 227-232.

Arrour, K., Bennaceur, B. 2010. Estimation des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de collecte dans la région Constantine. Mémoire du diplôme d'ingénieur d'état en nutrition et technologies agro-alimentaires, Université Mentouri, I.N.A.T.A.A, Constantine.

Azza M.K., Salama O.A. et El-Saied K.M. 2007. Changes in amino acids profile of camel milk protein during the early lactation. *International Journal of Dairy Science*, 2 (3), 226-234.

Bachtarzi, N. 2012. Qualité microbiologique de lait cru destiner à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien. Mémoire de Magister en science alimentaire, université Mentouri Constantine, 83p. Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne, 2^{ème} Ed. DOIN, Paris.

Badis A., Laoubadia-Sellami N., Guetarni D .kihal. M.et Ouzrout R. 2005. Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales "Arabia et Kabyle". *Science et technologie* 23,30-37.

Baira, S., Cheraa, K., 2013. Analyse microbiologique, physicochimique et organoleptique d'un produit laitier fermenté : l'exemple du Lben. Mémoire d'ingénieur d'état en nutrition, Alimentation et Technologie Agroalimentaire, Université Mentouri, I.N.A.T.A.A, Constantine.

Belili, A., Boulahdid, R. 2014. Evaluation de la qualité microbiologique de deux types de laits : lait pasteurisé partiellement écrémé et lait entier pasteurisé conditionné, produits à la laiterie de Numidia de Constantine.

Ben-Aissa M. 1989. Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires (02), 19-28.

Benallegue, H., Debbeche, S-N. 2015. Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de 3 marques de lait U.H.T, (Candia, Obeï et Hodna). Mémoire de Master en Toxicologie et santé. Université des Frères Mentouri Constantine.

Benmammer, F et Hamsi, S. 2003. In Boudjani, W. (2009). Action de la flore lactique sur les bactéries contamination. Mémoire d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Pages 73.

Bessas, F., Mechouar, M., Trari, F. 2012. Contrôle de qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et du lait pasteurisé, Université de Tiaret.

Boubezari, M-T. 2010. Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Mémoire du Magister en médecine vétérinaire, université Mentouri, Constantine, 112p.

Boudjenah.S. 2012. Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Thèse de doctorat en sciences biologiques (option biochimie). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou -Algérie.

Boulahdid, R. 2014. Mémoire de Mastère en Microbiologie Général. Evaluation de la qualité microbiologique de deux types de lait : lait pasteurisé partiellement écrémé et lait entier pasteurisé conditionné produits a la laiterie Numidia de Constantine. Université Constantine 1.

Bourgeois C. M. et Leveau J.Y. 1991. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2 ème Ed. Lavoisier-Tech et Doc : 153-202.

Bouزيد .2008. In Boudjani, W. (2009). Action de la flore lactique sur les bactéries contamination. Mémoire d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Pages 73.

Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., Collette, C., Garin-Bastuji, B., Thoré, M-F. 1999. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. Centre national d'études vétérinaires et alimentaires. France.

Bustos, G., Moldes A.B., Cruz J.M et Dominguez, J.M. 2005. Influence of the Metabolism Pathway on Lactic Acid Production from Hemicellulosic Trimming Vine Shoots Hydrolyzates Using Lactobacillus pentosus. Biothechnology Prog., 21: 793-798.

Carr, F.J., Chill, D et Maida, N. 2002. The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. Critical Rev. Microbiol., 28: 4, 281-370.

Cécile, L. 2011. Microflore du lait cru. Vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variation. Institut de l'Élevage. GIS Alpes Jura.

Charalampopoulos, D., Pandiella S.S et Webb, C. 2002. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. *Journal of Applied Microbiology*, 92:851-859.

Cheriguene A., Chougrani F. et Bensoltane A. 2006. Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian milk. *Pakistan J. boil.sci.9 (7):* 1242-1249.

Chethouna F. 2011. Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Clinquart, A., Daube, G., Korsak, N. 2004. Salmonella spp. Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ? Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège.

Codex Alimentarius. 1999. Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. p: 1-4.

Coker, R., Pineiro, M., Nagler, M. 2012. Manuel sur l'application du System de l'analyse des risques - points critiques. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).Direction générale de la santé. Guide des vaccinations Édition 2012.Comité technique des vaccinations.

Collins, M.D., J. Samelis, J. Metaxopoulos, et Wallbanks, S. 1993. Taxonomic studies on some leuconostoc-like organisms from fermented sausages: description of a new genus Weissella for the Leuconostocparamesenteroides group of species. *J. Appl. Bacteriol.* 75: 595-603.colostrum. *J. Dairy Techn.*, 64, 471-474.

Daoudi, A., 2006. Mémoire de Magistère en science alimentaire. Qualité d'un fromage local à base de lait de chèvre. Université Hassiba Ben Bouali. Chlef.

Delabyl et Peyraudl. 1994. Influence de la nature du concentré énergétique sur les performances des vaches laitières au pâturage. INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière, France, 1, 113 – 116.

Dellaglio, H., de Roissart, H., Torriani, S., Curk, M.C et Janssens, D. 1994. Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In: de Roissart, H., Luquet, F.M. (Eds.), Les bactéries lactiques: aspects fondamentaux et technologiques. Loriga, Uriage, pp. 25-116.

Demam, j., rogosa m., sharpem.e. 1960. A medium for the cultivation of *Lactobacillus*. *J. App. Bacteriol.* 23, 130-135.

Diarra M.S., Petitclerc D. et Lacasse P. 2002. Effect of lactoferin in combination with penicillin on the morphology and the physiology of staphylococcus aureus Isolated from Bovine Mastitis .*J.of . Dairy. Sci.* 85.1141-1149.

Dictionnaire: LAROUSSE. 2005. 100^e Edition, Paris, 1927p. Dromadaire. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n° 6, 229-231.

Dieng M. 2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p.15

Direction générale de la santé. (2012). Guide des vaccinations Édition 2012.

El Imam Abdalla A. 2012. Composition and Anti-Hypoglycemic Effect of Camel Milk. In Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research and Development, p. 300-301. Muscat, Sultanate of Oman.

El-Agamy E.I., Nawar M., Shamsia S.M., Awad S., et Haenlein G.F.W.2009. Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. Small Ruminant Research, 82, 1-6.

El-Agamy E.I., Nawar M., Shamsia S.M., Awad S., et Haenlein G.F.W.2009. Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. Small Ruminant Research, 82, 1-6.

El-Agamy E.I. 2000. Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo. Food Chem., 68, 227-232.

El-Amin F. M. et Wilcox J. 1992. Composition of Majaheim camels. J. Dairy Sci., 75, 3155-3157.

El-Hatmi H., girardet j. M., gaillard j. L., Yahyaoui M. H. et Attia H.2007. Characterization of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk and colostrums. Small Ruminant Research, 70, 267-271.

Ereifej K.I., Alu'datt M.H., Alkhalidy H.A., Alli I. et Rababah T. 2011. Comparison and characterization of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. Food Chemistry 127, 282.

Euzéby, J.P. 1997. List of Bacterial Names with Standing in Nomenclature: a folder available on the Internet. Int. J. Syst. Bacteriol., 1997, 47, 590-592.

Fall c. 1997. Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop-Dakar, 8.

FAO 1998. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition, n° 28, ISBN 92-5-20534-6.

Farah Z. 1993. Composition and Characteristics of Camel Milk; review. J. Dairy Res., 60, 603-626.

Farah Z. 1996. Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, SKAT, SWITZERLAND.

Farah Z. 2004. Milk and meat from the camel. Han book on products and processing. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich, Switzer-land. P. 25-28.

Farah Z., Rettenmaier R. et Atkins D. 1992. Vitamin content of camel milk. Internat. J. Vitam. Nutr. Res., 62, 30-33.

Faye B., Konuspayeva G. et Loiseau G. 2010. Variability of urea concentration in camel milk in Kazakhstan. *Dairy Sci. Technol.* 90, 707-713.

Fitzpatrick, J.J., et O'Keeffe, U. 2001. Influence of whey protein hydrolyzate addition to whey permeate batch fermentations for producing lactic acid. *Process Biochem.*, 37: 183-186.

Fleming, H.R., Etchell, G.L et Costilow, R.N. 1975. Microbial inhibition by isolate of *pediococcus* from cucumber brine. *Appl. and Microbiology*, Vol. 30, pp. 104-1042.

Florence, C-L. 2010. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de Doctorat, Ecole nationale vétérinaire, Alfort, 122p.

Garvie E. I. 1986. Gram positive cocci genus *Leuconostoc* bergeys manual of systematic bacteriology, Vol: 2, 9th Ed. Williams and Wilkins Co Baltimor: 1071-1075.

Gast M., Maubois J. et Adda J. 1969. Le lait et les produits laitiers en Ahaggar. Centre Rech. Anthr. Prehist. Ethn.

Georgalaki, M. D., Papadelli, M., Anastasiou, R., Kalantzopoulos, G., et Tsakalidou, E. (2002). Purification and characterization of the X-prolyl-dipeptidyl aminopeptidase (PepX) from *Streptococcus macedonicus* and cloning of the pepX gene. *Le Lait*, 82, 657-671.

Gérard, B., Michel, M., Pierre, S., Romain, J., Thomas, C. 2008. Les produits laitiers. 2e édition. LA VOISIER, Paris.

Gérard, B., Pierre, S., Romain, J., Thomas, C. 2007. Science des aliments. Volume 2, LA VOISIER, Paris, 456p. <http://www.lousonna.ch/dossier/produits/ilait.html> Lousonna., (site consulté le 16/02/2016).

Ghaoues, S. 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de Magister en sciences alimentaires. Université Mentouri (I.N.A.T.A.A), Constantine, 190p.

Gnan S.O. et Shereha A.M. 1986. Composition of lybian camel's milk. *Aust. J.Dairy Techn.*, 41,33-35.

Gnan S.O., Mohamed M.O., Shereha M.M. et Iwegbe A.O. 1994. Fermentation ability of camél's milk. Actes du colloque : Dromadaires et chameaux animaux laitiers, 24 – 26 octobre, Nouakchott, Mauritanie.

Gonzalez, C., Langdon, G.M., Bruix, M., Galvez, A., Valdivia, E., Maqueda, M et Rico, M. 2000. Bacteriocin AS-48, a microbial cyclic polypeptide structurally and functionally related to mammalian NK-lysin. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*; 97: 11221-11226.

Gorban A.M.S. et Izzeldin O.M. 1997. Mineral content of camel milk and and colostrum. *J. Dairy Techn.*, 64, 471-474.

Guessas B. et Kihal M. 2004. Characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone raw goats' milk. *African J. Biotechnol.* 3(6):339-342.

Haddadin M.S.Y., Gammoh S.I. et Robinson R.K. 2008. Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research* 75 (1), 8-12.

Haddin M.S.Y., Gammoh S.I. et Robinson R.K. 2008. Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research* 75 (1), 8-12.

Hadef, A. 2015. Recherche de bactéries lactiques à activité Antimycotoxinogène isolées à partir du lait caillé. Mémoire de Master en biotechnologie fongique, Université Mentouri, Constantine.

Haj M'barek, R., M'sadak, Y. 2014. Facteurs de variation cellulaire du lait de vache chez des petits et moyens troupeaux hors sol menés en milieu semi-aride (TUNISIE LITTORALE), Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Université de Sousse, Tunisie.

Harris L., Daeschel M., Stiles M et Klaenhammer T. 1989. *Journal of Food Protection*, 52, 384.

Hassan A.A., Hagrass A.E., Soryal K.A. et El-Shabrawy S.A. 1987. Cité par Siboukeur. 2007.

Hofvendahl, K et Hahn-Hagerdal, B. 2000. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources(1). *Enzyme Microbiology and Technology*, 26:87-107.

Idder, Z. 2014. Mémoire de Mastère en Microbiologie. Etude du pouvoir acidifiant des bactéries lactique appartenant au genre *Leuconostoc*. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen.

Idoui T. et Karam N.E. 2008. Lactic acid bacteria from jijel's butter: isolation identification and major technological traits. *Gr.y.Aceits* .59(4): 361-367.

Idoui T. et Karam N.E. 2008. Lactic acid bacteria from jijel's butter: isolation identification and major technological traits. *Gr.y.Aceits* .59(4): 361-367.

Idoui T., Boudjerda J., Leghouchi E. et Karam N.E. 2009. Lactic acid bacteria from " Sheep's Dhan", a traditional butter from sheep's milk: isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. 60 (2) : 177-183. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, 62, 30-33.

Idoui T., Boudjerda J., Leghouchi E. et Karam N.E. 2009. Lactic acid bacteria from " Sheep's Dhan", a traditional butter from sheep's milk: isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. 60 (2) : 177-183. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, 62, 30-33.

Isolauri, E, Sütas, Y., Kankaanpää, P., Arvilommi, H et Salminen. S. 2001. Probiotics Effects on immunity. *Am. J. Clin. Nutr*, Vol. 73, N° 2. 444-450.

Kacem M. et Karam.N.E. 2006. Physicochemical and microbiological study of "shmen" a traditional butter made from camel milk in the sahra (Algeria) : isolation and identification of lactic acid bacteria and yeasts. *Gr.y.Aceites* .57(2):198-204.

Kalandi, M., Sow, A., Guigma, W-V-H., Zabre, M-Z., Bathily, A et Sawadogo, G-J. 2015. Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de

Kaolackau Sénégal, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV), Sénégal.

Kamoun M. 1995. Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option Médit., 13, 81-103.

Kamoun R. et Ramet J. P. 1989. Conservation et transformation du lait de dromadaire. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n° 6, 229-231.

Kandler, O et Weiss, N. 1986. Genus *Lactobacillus*. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Edited by P. H. A. Sneath, M.E. Sharpe, M.E. and Holt, J.G. Baltimore: Williams and Wilkins; Vol 2: 1209-1234.

Kappeler S. 1998. Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Diss. ETH n° 12947, Zurich, Suisse.

Karam N. 1995. Constitution d'un souchier de bactéries lactiques à intérêt biotechnologique.

Karam N-E. & Karam H. 1994. Isolement et caractérisation de bactéries lactiques de laits crus d'Algérie. In: Alimentation, génétique et santé de l'enfant, Eds J.F. Desjeux et M. Touhami, L'Harmattan. 257-264.

Karue C.N., 1994. The Dairy characteristics of kenyan camel, Actes du colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24 – 26 octobre, Nouakchott, Mauritanie.

Kempler G. M., McKay L. 1980. Improved medium for detection of citrate fermenting streptococcus lactis subsp. diacetylactis. J. Appl. Environ. Microbiol. 3, 956-927.

Khaskheli M., Arain M. A., Chaudhry S., Soomro A. H. et Qureshi T. A. 2005. Physico-chemical quality of camel milk. Journal of Agriculture and Social Sciences, 2, 164-166.

Konuspayeva G. 2007. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de Doctorat en Université Montpellier II, 45.

Konuspayeva G., Faye B. et Loiseau G. 2009. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. Journal of Food Composition and Analysis, 22, 95-101. L'antibiorésistance des bactéries en santé animale et humaine. Masson, Paris.

Lairini, S., Beqqali, N., Bouslamiti, R., Belkhou, R et Zerrouq, F., 2014. Isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers traditionnels Marocains et formulation d'un lait fermenté proche du Kéfir. Laboratoire Agroalimentaire et Sécurité Sanitaire des Aliments (LASSA), Université Sidi Mohammed Ben Abdallah, Ecole Supérieure de Technologie, Fès, Maroc.

Laithier C. 2011. Microflore du lait cru. Cnaol, 19- 20.

Larpent J.P. 1997. Analyse des croûtes de fromage ; en : «Microbiologie Alimentaire». Ed. LARPENT, Tec. Doc., 1^{ère} Ed., Lavoisier, Paris.

Lazar, L. 2014. Effet de l'alimentation de la vache sur la qualité du lait. Mémoire de Master en production et amélioration végétale, Université de Tlemcen.

Leveau, J.Y., Bouix M et De Roissart, H. 1991. La flore lactique (chapitre3) technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. 3 Ed . Tech et Doc Lavoisier. Paris.

Loukiadis, E. 2007. Thèse de doctorat en Microbiologie. Facteurs de virulence et dissémination dans l'environnement via les effluents d'abattoirs d'animaux de 85 boucheries d'*Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC). Université Toulouse Iii – Paul Sabatier, France.

Mal G. et Pathakk.M.L. 2010. Camel milk and milk products.Milk& milk products. SMVS' Dairy Year Book, p. 97-103.

Marchal .N, Bourdon.J.L, Richard.CL.1991. Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Biologie appliquée, nouvelle édition, p.30, 239-240, 261.

Mathieu J. 1998. Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1^{ère}Ed. Lavoisier, Paris. Médit. Vét. Pays trop. 42 (1)

Mehaia M.A. 1993. The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk.*Milchwissenschaft*, **50**, 260-263.

Mehnoune, S., Ferhouf, K. 2015. Contrôle de la propreté hygienique de lait de vache cru avec application de la préparation du fromage frais « petit suisse ». Mémoire de master en Analyse Biologique et Biochimique, Université Khemis Miliana.

Meiloud G.M., Ould Bouraya I.N., Samb A., et Houmeida A. 2011. Composition of Mauritanian camel milk: results of first study, inter. J. Agri. Biol.13 (1): 145-147.

Mezdoud, A., 2011. Identification des facteurs ayant un impact sur la qualité du lait de vache produit a la ferme ; Proposition des bonnes pratiques d'hygiènes. Mémoire de Master en Gestion de la qualité des aliments, Université Mentouri (I.N.A.T.A.A), Constantine.

Mireille, Kouame-sina S. 2013. Contribution à la gestion des risques de contamination microbienne et diversité génotypique des espèces du genre *bifidobacterium* isolées de la chaine de production du lait local à abidjan. République de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat. Université NanguiAbrogoua.

Mohamadou, D. 2001. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR. Sénégal.

Mozzi F ., Raya R.R. et Vignolo G.M. 2010. Biotechnology of lactic acid bacteria : Novel applications. Blackwell . publishing.13.

Ogunbanwo, ST., Sanni, A.letOmilude, A.A. 2003. Characterization of lactobacilli in cheese. Journal of dairy research, 25, 431-438.

Parguel, P., Corrot, G., Sauvée, O. 1994.Variations du point de congélation et principales causes du mouillage du lait de vache, Institut de l'Elevage, Paris.

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

Prajapati., Bordon J. L., Toma B., Marchal M., Balbastre C. 2012. Proteins. Int. Dairy J., 8, p. 617-621.

Ramet J.P. 1993. La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude FAO., Production et santé animales, 113 p.

Ramet J.P. (1987). Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport mission FAO., Rome, 1–33.

Ramet, J.-P. 1985. La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Archives de documents de la FAO.

Renard, J. 2014. A propos de lait cru. Direction générale opérationnelle de l’Agriculture et des Ressources naturelles et de l’Environnement du Service public de Wallonie.

Rodrigue, S., Poueme, N., 2006. Contribution à l’étude de la qualité Microbiologique du lait dans la filière artisanale Au Sénégal. Ecole Inter-Etats Des Sciences et Medecine Veterinaires (E.L.S.M.V.) Universite Cheikh Anta Diop de Dakar.

Roger, W. 1988. Alimentation de la vache laitière. 3e édition 97. Edition : France Agricole. INRA, Paris.

Rogosa, M. Franklin J.G et Perry, K.D. 1961. Correlation of the vitamin requirements with cultural and biochemical characters of *Lactobacillus* subsp. Journal of General Microbiology 1961, 24:473– 482.

Rouillé, B., Peyraud, L., Hurtaud, C., Brunschwig, Ph. 2011. La composition en acides gras du lait de vache. Institut de l’Elevage, Paris, 6p.

Saisi N, Guessas B, Bensalah F, Badis A, Hadadji M, Henni JE, Prevost H, Kihal M. 2002. Caractérisation de bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre des régions arides d’Algérie. Journal algérien des régions Arides ,01 :01-14.

Salami M., Yousefi R., Ehsani M.R., Dalgalarondo M., Chobert J.M., Haertle T., Razavi S. H., Saboury A. A., Niasari-Naslaji A., Moosavi-Movahedi A. A. 2008. Kinetic characterization of hydrolysis of camel and bovine milk proteins by pancreatic enzymes. International Dairy Journal 18, p. 1097–1102.

Saley M. 1993. La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maisons-Alfort, Paris.

Salminen, S. Deighton, M.A., Benno, Y et Gorbach, S.L. 1998. Lactic acid bacteria in health and disease. In Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects, 2nd ed. Edited by Salminen SVWA, eds.; 1998:211–253.

Sandine, W. E. 1988. New nomenclature of the non straped lactic acid bacteria. Biochimie 70 : 519 - 522 .

Savadogo, A. Ouattara1, C.A.T. Savadogo, P.W. Ouattara1, A.S. Barro, N et Traore, A.S. 2004. Microorganisms Involved in Fulani Traditional Fermented Milk in Burkina Faso. *Pakistan Journal of Nutrition*. Vol., 3 (2), pp. 134-139.

- Sawaya W.N., kalilj.k., Al-Shalhat A. et Al-Mohamed H., 1984.** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *J. Food Sci.*, 49, 744–747.
- Sboui A.,Khorchani T., Djegham M. et 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. In *Afrique Science 05 (2)*. P. 293-304.
- Senoussi C. 2011.** Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du Sud algérien : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 4, 7, 8, 17-19.
- Serigne, A-C. 1997.** Contribution a l'étude de la pasteurisation du lait: faisabilité de la technique et contrôle de la qualité dans la région de Kolda. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop DAKAR, Sénégal. 81
- Siboukeur A. 2011.** Etude de l'activité antibactérienne des bactériocines (type nisine) produites par *Lactococcus lactis subsp. lactis*, isolée à partir du lait camelin. Mémoire de Magister, Université d'Ouargla. 66.
- Siboukeur O .K. 2007.** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA El-Harrach-Alger.
- Sophie, R., Paul, H., Marina, D- F., Sirkka,V., Yves, Van d- S., Ann, B-C.,Paul, T., Alexandre, D., Hendrik, D-B., Philip, V., Carole, M., and Stefan, R.2011.** Chien Séropositif pour le Virus de l'Encéphalite à Tiques Détecté en Belgique: Dépistage Multi-Espèce de Sentinelles pour la Santé Publique. Bruxelles, Belgique.
- Sous-ministériat à la santé animale et à l'inspection des aliments. 2009.** Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaires. Bibliothèque nationale du Québec. Canada.
- Thomas T.D. 1973.** Agar medium for differentiation of streptococcus cremoris from the other bacteria *.N.Z.J.Dairy.Sci. Technol.*, 8,70-71.
- Tormo, H. 2010.** Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvre et facteurs de variabilité. Thèse de doctorat en Génétique et Nutrition. Université Toulouse III. France.
- Tozlovanu, M. 2008.** Thèse de Doctorat en Vétérinaires Agronomiques.
- Vignola., Carole, L., 2002.** Science et technologie du lait, transformation de lait. Ecole polytechnique de Montréal. Québec.
- Wangoh j., Farah Z. et Puhan Z. 1998.** Iso-electric focusing of camel milkproteins. *Int. Dairy J.*, 8, p. 617-621.
- Wolter R., 1997.** Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} édition. Édition France Agricole.
- Yagil R. 1982.** Camels and Camel Milk. FAO, Animal Production and Health, Paper N° 26, 1-69.

Yagil R. 1985. The Desert camel: comparative physiological adaptation. Ed. KARGER, 164 p.

Yagil R. et Etzion Z. 1980. Effect of drought conditions on the quality of camel milk. J. Dairy. Res., 47, 159-166.

Zadi h. 1998. bactéries lactiques isolées de lait de *camelus dromedarius* : étude microbiologique et biochimique, caractéristiques technologiques , élaboration de ferments lactiques mésophiles et fabrications de fromages. Thèse de doctorat d'Etat. université de constantine ,Algerie .205.

Zambunelli, C et Chiavari, C. 2002. Effect of lactic acid bacteria autolysis on sensorial characteristics of fermented food. Food Techno Biotechnology. 40: 347-351.

ANNEXES

ANNEXE I

Composition des milieux de culture

Gélose glucosée à l'extrait de levure (PCA)

Tryptone.....	5,0 g
Extrait autolytique de levure.....	2,5 g
Glucose.....	1,0 g
Agar agar bactériologique.....	12,0 g

Eau peptonée tamponnée

Peptone.....	10,0 g
Chlorure de sodium.....	5,0 g
Phosphate disodiquedodécahydraté.....	9,0 g
Phosphate monopotassique	1,5 g

PH final à 25°C : 7,0 à 0,2

Gélose Hektoen

Peptone	12,00	Chlorure de sodium.....	5,00
Extrait de levure.....	3,00	Thiosulfate de sodium.....	5,00
Sels biliaires N° 3.....	9,00	Citrate ferrique ammoniacal.....	1,50
Lactose.....	12,00	Bleu de bromothymol.....	0,065
Saccharose.....	12,00	Fuchsine acide.....	0,10
Salicine.....	2,00	Agar.....	14,00

Bouillon de ROTHE

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium.....	5,0 g
Phosphate monopotassique.....	2,7 g

ANNEXE I

Phosphate dipotassique.....	2,7 g
Azide de sodium.....	0,2 g

PH du milieu final à 25°C : $6,8 \pm 0,2$

Milieu EVA LITSKY

Peptone de viande	10,00 g
Phosphate monopotassique.....	2,70 g
Peptone de caséine.....	10,00 g
Chlorure de sodium	5,00 g
Glucose	5,00 g
Azide de sodium.....	0,30 g
Phosphate dipotassique.....	2,70 g
Ethyl violet.....	0,0005 g

PH final à 25°C : $7,0 \pm 0,2$

Gélose Chapman

Peptones	10,00 g
Extrait de viande de boeuf.....	1,00 g
D-mannitol	10,00 g
Chlorure de sodium.....	75,00 g
Rouge de phénol	0,025 g
Agar.....	15,00 g

PH final à 25°C : $7,4 \pm 0,2$

ANNEXE I

Bouillon Sélénite Cystine

Tryptone.....	5,00 g
Lactose.....	4,00 g
Sélénite acide de sodium.....	4,00 g
Phosphate disodique.....	10,00 g
L-cystine.....	0,01 g

PH final à 25°C : 7,0 ± 0,2

Le milieu en flacons ou en tubes se conserve à l'obscurité entre 2 et 8°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

Gélose Mueller Hinton

Infusion de boeuf.....	30,00 g
Peptone de caséine.....	17,50 g
Amidon.....	1, 50 g
Agar.....	17, 00 g

Ph final à 25°C : 7,3 à 0,2

Le milieu en flacons ou boîtes de conserve entre 2 et 8°C.

Baird- Parker (BP)

Tryptone	10g
Extrait e viande	5g
Extrait de levure	1g
Chlorure de lithium	5g
Gélose	20g
Sulphamézathynee sodium à 0.2%	
(Facultatif)	25ml

PH 7

ANNEXE I

VRBG (Violet Red Bile Glucose)

Peptone.....	7,0g	Extrait de viande	3, 0 g
Glucose	10, 0g	Désoxycholate de sodium.....	1,5g
Cristal violet.....	2,0 mg	Rouge neutre.....	30,0 mg
Chlorure de sodium.....	5,0 g	Agar.....	15, 0 g
PH = 6,8			
Peptone	5,00 g	Chlorure de sodium.....	5,15 g
Esculine.....	1,00 g	Bile de boeuf.....	10,00 g
Peptone de caséine.....	17,00 g	Chlorure de sodium	5,00 g
Citrate ferrique ammoniacal	0,5 g	Agar.....	15,00g
Extrait de levure.....	5 ,00 g	PH final à 25°C : 7,1 ± 0,2	

Milieu MRS (Man Rogosa et Sharp)

Peptone	10g	Citrate d'ammonium.....	2g
Glucose	20g	Sulfate de magnésium	0,10g
Extrait de viande	10g	Sulfate de manganèse.....	0,05g
Extrait de levure	5g	Phosphate disodique	2g
Acétate de sodium	5g	Agar	15g
Polysorbate 80.....	1g	PH final à 25°C: 6.5 ± 0.2	

Milieu MRS (BCP)

Milieu MRS bouillon.....	1000 ml
Pourpre de bromocrésol.....	0,025mg/l
PH= 7	

ANNEXE I

Milieu TSI (Triple Sugar Iron)

Peptones de caséine.....	15g	Saccharose	10g
Peptones de viande	5g	Glucose	1g
Extraits de viande	3g	Citrate ammoniacal de Fer (III). 0,5g	
Peptones de levure.....	3g	Thiosulfate de sodium	0.5g
NaCl	5g	Rouge de phénol	0.024g
Lactose	10g	Agar	12g

Milieu Manitol- Mobilité

Hydrolysats tryptique de caséine:.....	10,0g	Nitrate de potassium.....	1,0 g
Mannitol:.....	7,5 g	Agar:.....	3,5g
Rouge de phénol:.....	0,04 g	PH = 7,6	

Milieu de Moeller

Extrait de levure	3 g	Bromocrésol pourpre	0,16 mg
L-arginine (monochlorhydrate)...	5 g	Éthanol	1 mL
Glucose	1 g	Chlorure de sodium	5 g
pH = 6,8			

Citrate de Simmons

Hydrogénophosphate d'ammonium	0,2g	Sulfate de magnésium.....	0,2g
Hydrogénophosphate d'ammonium monosodique ...	0,8g	Citrate de Na ⁺	2g
Bleu de bromothymol	0,08g	NaCl	5g
Agar	15g	PH= 6, 9	

Eau peptonée exempte d'indole

Tryptone	10g
Chlorure de sodium	5g
PH: 7,3 ± 0,2	