

## ملخص

### الجودة الصحية للحليب على طول سلسلة الانتاج في ولاية الجلفة

الهدف من هذه الدراسة هو ،أولاً، تقييم الجودة الصحية لحليب البقر الذي تمّ جمعه من الوسط السهبي الجزائري بالمرور بمختلف مراحل انتاجه (الحليب الفردي و حليب الخليط "آلة الحلب"، "خزان التبريد"، "شاحنة الجمع" و "وحدة البسترة") . ثانياً، تقييم الجودة الصحية لحليب البقر الخام و مشتقاته التقليدية "اللبن" و "الجبن" المباعة من طرف القطاع الغير الشرعي في مدينة الجلفة. أيضاً ومن أجل تبين النقاط الحرجة الرئيسية التي تؤثر على نوعية الحليب، أجرينا استجواب يهدف الى وصف مختلف الممارسات المتعلقة بشروط الحلب . لتحقيق هذا الهدف، تم جمع 150 عينة لأغراض التحليل. تتمثل التحاليل الميكروبيولوجية في الجراثيم الهوائية الكلية ، الجراثيم الغائبية (الكوليفورمات) ، المكورات العقدية البرازية ، المكورات العنقودية، الكلوستريديوم المرجعة للسلفيت و السالمونيليا. و قدمت 76 عينة للكشف عن بقايا المضادات الحيوية و الأجسام المضادة للبروسيللا بالموازاة ، تم اجراء فحص التهاب الضرع الغير سريري من خلال اختبار كاليفورنيا لالتهاب الضرع.

أظهرت النتائج أن نوعية الحليب على العموم غير مرضية، حيث تم العثور على تلوثات من بداية سلسلة الانتاج . وأظهر تحليل التباين الاختلاف في التلوث من مستوى الى آخر ولكن أيضاً تأثير المعالجة الحرارية "البسترة". ولقد ارتبطت مصادر التلوث بانعدام النظافة في بداية الانتاج، خاصة في المزرعة أين لاحظنا أن الشروط المتعلقة بالحلب كانت غير كافية عموماً. ولقد وصلت نسبة عدم الامتثال للمعايير الميكروبيولوجية الى 91 % لمختلف عينات القطاع الغير الشرعي. نسبة التلوث ببقايا المضادات الحيوية وصلت الى 34.21 % في حين أنه لم يتم تسجيل أية حالة تلوث بأضداد البروسيللا. فيما يتعلّق بانتشار التهاب الضرع الغير سريري، فلقد تمّ تسجيل متوسط 41.66 %، كما أظهر التحليل الاحصائي وجود علاقة جيدة بين اختبار التهاب الضرع و التحليل الميكروبيولوجي.

أظهرت دراسة الحساسية أن مختلف السلالات المعزولة أعربت عن مقاومة متعددة نحو العديد من المضادات الحيوية حيث أن سلالات المكورات العنقودية كشفت عن مستوى عال من المقاومة ضد البنسيلين 94.11 % و الايريتروميسين 79.41 % . فيما يخص سلالات ايشيريشيا كولي ، فإن نسبة المقاومة الأعلى سجلت ضد الفلبيميكين 100 % ، الأمبيسيلين و الأموكسيسيلين 68.75 % في حين أنه لم يتم الكشف عن مكورات عنقودية مقاومة للميتيسيلين و لا عن سلالات منتجة للبيتالاكتاماز واسعة الطيف.

**الكلمات المفتاحية :** جودة- حليب- مشتقات الحليب- تلوث جرثومي- مستهلك.

## RÉSUMÉ

### QUALITÉ HYGIÉNIQUE ET SANITAIRE DU LAIT LE LONG DE LA FILIÈRE DU LAIT DANS LA WILAYA DE DJELFA

L'objectif de l'étude consiste, d'une part, à évaluer la qualité hygiénique du lait cru bovin collecté en milieu steppique algérien, tout au long de sa chaîne de production (lait individuel et de mélange « chariot trayeur, cuve de réfrigération, camionnette de collecte et de l'unité de pasteurisation ») et, d'autre part, à apprécier la qualité sanitaire du lait cru bovin et de ses dérivés traditionnels « L'ben » et « J'ben » commercialisés par la filière informelle dans la ville de Djelfa. Ainsi, et dans le but de mettre le point sur les principaux points critiques influençant la qualité du lait, un questionnaire d'enquête portant sur les pratiques liées à la gestion de l'hygiène de traite a été réalisé. Pour répondre à cet objectif, 150 échantillons ont été récoltés pour des fins analytiques. Les analyses microbiologiques ont porté sur le dénombrement de la flore totale, de la flore coliforme, des streptocoques fécaux, de *Staphylococcus aureus*, des anaérobies sulfite-réducteurs et de Salmonelles. 76 prélèvements ont été soumis également à la détection des résidus d'antibiotiques et des anticorps brucelliques. En parallèle, un dépistage des mammites sub-cliniques a été réalisé par le biais d'un test CMT.

Les résultats obtenus ont montré que la qualité du lait est globalement non-satisfaisante. Des contaminations ont été constatées dès le début de la filière. L'analyse de la variance à un facteur a montré la différence de contamination d'un point à un autre mais aussi l'effet du traitement thermique «la pasteurisation». Les sources de contamination sont liées essentiellement au manque d'hygiène en amont de la filière, notamment au niveau de la ferme où la conduite de la traite était généralement insuffisante. Un taux de non-conformité estimé à 91% a été enregistré pour l'ensemble des échantillons provenant du circuit informel. De plus, 34,21 % des laits testés ont été contaminés par les résidus d'antibiotiques. En revanche, tous nos échantillons se sont révélés négatifs au Ring-test. Pour ce qui est de la prévalence des mammites sub-cliniques, une valeur moyenne de 41,66 % a été enregistrée. Le test  $\chi^2$  a montré une bonne corrélation entre le résultat du CMT et celui de l'analyse bactériologique.

Quant aux résultats de l'antibiorésistance, les différentes souches isolées ont exprimé une multi-résistance vis-à-vis de nombreuses molécules d'antibiotiques. Le taux de résistance le plus haut a été observé pour la pénicilline (94,11%) et l'érythromycine (79,41%) pour *S. aureus*, la flumequine (100%), l'ampicilline et l'amoxicilline (68,75%) pour *E. coli*. Toutefois, aucune souche SARM ni BLSE n'a été décelée.

**Mots clés :** Qualité – Lait - Produits laitiers – Contamination microbienne - Consommateur.

## ABSTRACT

### HYGIENIC & SANITARY QUALITY OF MILK ALONG THE CHAIN IN THE PROVINCE OF DJELFA

The objective of this study is two-fold. First, to investigate the hygienic quality of raw milk collected in Algerian middle steppe, through its production chain (individual and mixed milk « machine milking, bulk tank, collecting truck and pasteurization unit »). Second, to assess the sanitary quality of raw milk and its traditional derivatives « Lben » and « Jben » marketed in the informal sector in the city of Djelfa. Thus, and in order to put the item on the main critical points influencing the quality of milk, a survey questionnaire that focuses on practices related to the management of milking hygiene was performed. To meet this objective, 150 samples were collected for analytical purposes. The microbiological analyses carried out are: total aerobic mesophilic flora, coliform flora, faecal streptococci, *Staphylococcus aureus*, sulfite-reducing *Clostridium* and *Salmonella*. 76 samples were also subjected to the detection of antibiotic residues and brucella antibodies. In parallel, a screening of subclinical mastitis was conducted through a CMT test.

The reported results showed that the quality of milk was generally not satisfactory. Contamination was found from the beginning of the chain. The analysis of variance showed the difference of contamination from a point to another but also the effect of heat treatment "pasteurization". Sources of contamination are mainly related to the lack of hygiene in the upstream dairy chain, especially at the farm where the conduct of trade was generally insufficient. The overall rate of non-compliance is estimated at 91% for all samples of the informal circuit. In addition, 34.21% of milk tested was contaminated with antibiotic residues. However, all samples were Ring-test negative. The incidence rate of subclinical mastitis is estimated at 41.66%. The chi2 test showed a good correlation between the results of the CMT and bacteriological analysis.

The study of antimicrobial susceptibility showed that the different strains isolated expressed a multidrug resistance towards several antibiotics. *S. aureus* strains reveal a high level of resistance against penicillin (94, 11%) and erythromycin (79, 41%). Concerning *E. coli*, the antibiotics, that were highly resisted, are flumequin (100%), ampicillin and amoxicillin (68, 75%). However, neither MRSA nor ESBL strains were detected.

**Keywords:** Quality – Milk – Dairy products – Microbial contamination – Consumer.

## ABSTRACT

### HYGIENIC & SANITARY QUALITY OF MILK ALONG THE CHAIN IN THE PROVINCE OF DJELFA

The objective of this study is two-fold. First, to investigate the hygienic quality of raw milk collected in Algerian middle steppe, through its production chain (individual and mixed milk « machine milking, bulk tank, collecting truck and pasteurization unit »). Second, to assess the sanitary quality of raw milk and its traditional derivatives « Lben » and « Jben » marketed in the informal sector in the city of Djelfa. Thus, and in order to put the item on the main critical points influencing the quality of milk, a survey questionnaire that focuses on practices related to the management of milking hygiene was performed. To meet this objective, 150 samples were collected for analytical purposes. The microbiological analyses carried out are: total aerobic mesophilic flora, coliform flora, faecal streptococci, *Staphylococcus aureus*, sulfite-reducing *Clostridium* and *Salmonella*. 76 samples were also subjected to the detection of antibiotic residues and brucella antibodies. In parallel, a screening of subclinical mastitis was conducted through a CMT test.

The reported results showed that the quality of milk was generally not satisfactory. Contamination was found from the beginning of the chain. The analysis of variance showed the difference of contamination from a point to another but also the effect of heat treatment "pasteurization". Sources of contamination are mainly related to the lack of hygiene in the upstream dairy chain, especially at the farm where the conduct of trade was generally insufficient. The overall rate of non-compliance is estimated at 91% for all samples of the informal circuit. In addition, 34.21% of milk tested was contaminated with antibiotic residues. However, all samples were Ring-test negative. The incidence rate of subclinical mastitis is estimated at 41.66%. The chi2 test showed a good correlation between the results of the CMT and bacteriological analysis.

The study of antimicrobial susceptibility showed that the different strains isolated expressed a multidrug resistance towards several antibiotics. *S. aureus* strains reveal a high level of resistance against penicillin (94, 11%) and erythromycin (79, 41%). Concerning *E. coli*, the antibiotics, that were highly resisted, are flumequin (100%), ampicillin and amoxicillin (68, 75%). However, neither MRSA nor ESBL strains were detected.

**Keywords:** Quality – Milk –Dairy products – Microbial contamination –Consumer.



-Il est temps pour moi de tirer ma révérence au Docteur HAKEM A. pour m'avoir suivie et dirigée et pour le soutien moral qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de la réalisation de ce mémoire;

-Je tiens à remercier chaleureusement Docteur YABRIR B. à qui j'exprime ma gratitude pour m'avoir accordé sa confiance et pour son aide si précieuse;

-Mes immenses remerciements sont adressés au Pr. CHOUKRI A. pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de soutenance du présent travail;

Tout comme je remercie les membres du jury :

-Pr. KAIDI R. ; Pr. HAMDI T.M.; Pr. KHELEF D. et Dr. BOUTAIBA S. d'avoir accepté avec bienveillance d'examiner ce travail;

-Mes remerciements les plus chaleureux vont aussi à tout le personnel du Laboratoire Vétérinaire Régional de Laghouat, en tête Dr. BAIT S., Directrice du laboratoire, pour son accueil très aimable, son professionnalisme et son amabilité. Que Mme. TOBBICHE F, Mme KHECHBA F., M. HAMDI, Dr. MAGTOUF, Ines, Hasna, Israa, Aicha et Nesrine, trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance;

-Je remercie amplement Docteur DAHIA M. responsable de la PG à l'Université de Djelfa pour les efforts qu'il a déployés et les aides qu'il nous a prodiguées durant les trois années de formation en Magister;

-Aussi, je formule mes vifs remerciements au Directeur de l'unité de production « Naïlait », au Dr. BOUMEDYEN et à Monsieur ABDELLI pour l'accueil et les aides apportés dans la réalisation de la partie expérimentale de ce travail;

-Je ne saurais bien évidemment oublier Monsieur TITOUCHE Y., Maître-assistant à l'Université de Tizi-Ouzou pour ses conseils si précieux, son soutien et sa diligence;

-Je tiens à assurer ma reconnaissance la plus profonde au Dr. KEBIR N. de l'Université de Sidi Bel Abbes pour ses conseils qui m'ont été très utiles;

-Un grand merci va aussi à tous ceux qui m'ont soutenue dans la réalisation de ce travail.



Je dédie ce modeste travail:

**A ma mère:** Pour toute la complicité qui nous unie, depuis mon enfance jusqu'à ce jour. Ce travail est une maigre récompense à ce que je te dois;

**A mon père:** Soyez rassuré de mon sincère amour;

**A mes sœurs FATIMA, RIMA, NOUR et SOUAD:** Pour tout l'amour que vous avez su me porter dans les bons et les mauvais moments. A tout ce que l'on a déjà vécu et à tout ce qu'il nous reste à vivre In Chaa-Allah. Je vous aime;

**A mes nièces CHAHED et MANESSA:** Pour vos visages angéliques qui resteront à jamais gravés au fond de mon cœur. Je vous adore plus que tout;

**A FATIMA et AHLAM:** A toutes ces petites choses qui font que c'est un bonheur de vous avoir à mes côtés;

**A mes beaux-frères ABDELKADER et HAMZA:** en témoignage de ma profonde reconnaissance;

**A mes chères amies Meriem et Mbarka:** Pour la détermination dont vous faites preuve dans tout ce que vous entreprenez;

**A toute la promotion 2011 de Magister –Bitochnologie Microbienne-**

J'associe, à mes dédicaces, toutes les personnes ayant contribué à mon éducation et à mon instruction depuis mon plus jeune âge. Qu'ils trouvent tous ici le témoignage de ma plus grande reconnaissance et ma plus grande estime.



## SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	I
Liste des annexes.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des schémas.....	IV
Liste des tableaux.....	V

Introduction.....	1
-------------------	---

## SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : LA FILIÈRE LAIT EN ALGÉRIE

1. Définition de la filière.....	4
2. Analyse de la filière « lait » en Algérie.....	5
2.1. Potentiel de production en matière de cheptel bovin laitier.....	5
2.2. Production du lait.....	8
2.3. Collecte du lait.....	10
2.4. Circuits de distribution.....	12
2.5. Produits laitiers et fromagers traditionnels.....	13
2.5.1. Le lait.....	14
2.5.2. Les laits fermentés.....	14
2.5.2.1. Raïb.....	15
2.5.2.2. L'ben.....	15
2.5.3. Produits fromagers.....	18
2.5.3.1. J'ben.....	18
2.5.3.2. Bouhezza.....	19
2.5.3.3. Klila.....	20
2.6. L'office national interprofessionnel du lait.....	20
2.6.1. Création.....	20
2.6.2. Missions.....	21
2.6.3. Organisation.....	22

2.6.4. Les comités interprofessionnels régionaux.....	23
2.7. Industrie laitière.....	24
2.8. Consommation du lait.....	27
2.9. Importations.....	28
2.10. Stratégies de développement de la filière.....	29
2.11. Principales contraintes entravant la filière laitière.....	31


**CHAPITRE II : QUALITÉ**  
**DU LAIT ET DES**  
**PRODUITS LAITIERS**


1. Notion de qualité en agro-alimentaire.....	33
1.1. La qualité selon l'ISO et l'AFNOR.....	33
1.2. La qualité selon la FAO.....	34
1.3. La qualité selon divers auteurs.....	34
2. Qualité du lait et des produits laitiers.....	35
3. Qualité sanitaire du lait.....	35
4. Sources de contamination du lait.....	36
5. Sources de contamination des produits laitiers.....	36
6. Principales maladies microbiennes à transport laitier.....	38
6.1. Brucellose.....	38
6.1.1. Agent causal.....	38
6.1.2. Transmission par le lait.....	38
6.1.3. Transmission par les produits laitiers.....	39
6.2. Toxi-infections à <i>Salmonella</i> (Salmonelloses).....	40
6.2.1. Agent causal.....	40
6.2.2. Transmission par le lait.....	41
6.2.3. Transmission par les produits laitiers.....	41
6.3. Infections à <i>Listeria</i> (Listérioses).....	42
6.3.1. Agent causal.....	42
6.3.2. Transmission par le lait.....	43
6.3.3. Transmission par les produits laitiers.....	44

6.4. Entérototoxicose staphylococcique.....	45
6.4.1. Agent causal .....	45
6.4.2. Transmission par le lait .....	46
6.4.3. Transmission par les produits laitiers.....	46
6.5. Toxi-infections à <i>Escherichia coli</i> .....	47
6.5.1. Agent causal.....	47
6.5.2. Transmission par le lait.....	48
6.5.3. Transmission par les produits laitiers.....	48
6.6. Toxi-infections à <i>Clostridium</i> .....	49
6.6.1. Agents causaux.....	49
6.6.2. Transmission par le lait et les produits laitiers.....	50



**PARTIE**  
**EXPÉRIMENTALE**  
**CHAPITRE III :**



**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

1. Zone d'étude.....	51
2. Pré-enquête.....	51
3. Echantillonnage.....	51
3.1. Strate de la filière formelle.....	52
3.2.1. Au niveau de la ferme.....	53
3.2.2. Au niveau de l'unité de transformation.....	53
3.2. Strate de la filière informelle.....	56
4. Répartition des prélèvements.....	57
5. Mise en évidence des laits anormaux (Californian Mastitis Test).....	59
6. Analyses microbiologiques au laboratoire.....	61
6.1. Préparation de l'échantillon pour essai.....	62
6.2. Recherche et dénombrement de la FAMT.....	65
6.3. Recherche et dénombrement des coliformes (totaux et thermorésistants)...	67

6.4. Identification du profit biochimique des souches d'entérobactéries.....	69
6.4.1. Mise en évidence de l'oxydase .....	70
6.4.2. Etude du métabolisme glucidique.....	70
6.4.3. Etude de métabolisme protéique.....	73
6.4.4. Utilisation d'autres substrats énergétiques .....	75
6.5. Recherche et dénombrement se <i>Staphylococcus aureus</i> .....	76
6.6. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux .....	80
6.7. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs.....	83
6.8. Recherche des Salmonelles.....	85
7. Détection des résidus d'antibiotiques par la méthode classique.....	88
7.1. Test d'acidification.....	88
7.2. Test de confirmation.....	89
8. Détection des anticorps brucelliques (Ring-test).....	90
9. Détermination de l'antibiorésistance des souches bactériennes isolées.....	92
9.1. Mode opératoire.....	92
9.2. Contrôle de qualité.....	93
9.3. Recherche complémentaires obligatoires (MRSA, BLSE).....	96
9.3.1. Recherche de la résistance de <i>staphylococcus aureus</i> .....	96
9.3.1.1. Test de diffusion de disque de céfoxitiue.....	96
9.3.1.2. Test de screening à l'oxacilline .....	97
9.3.2. Recherche de la Béta-lactamase chez <i>Escherichia coli</i> .....	98
9.3.2.1. Test de synergie (selon Jarlier et Coll).....	98
9.3.2.2. Test de confirmation du double disque .....	99
10. Outils statistiques.....	100
10.1. Analyse descriptive.....	100
10.2. Analyse de la variance.....	100
10.3. Test chi <sup>2</sup> .....	100



**CHAPITRE IV :**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSION**



1. Résultats de la pré-enquête.....	101
2. Résultats de la strate formelle .....	102
2.1. Description des pratiques de traite.....	102
2.1.1. Hygiène de la mamelle et désinfection du pis.....	103
2.1.2. Elimination des premiers jets .....	104
2.1.3. Traitement du lait par filtration .....	104
2.1.4. Réfrigération du lait.....	105
2.1.5. Entretien du matériel de traite et de stockage .....	106
2.2. Résultats du test CMT .....	106
2.3. Résultats microbiologiques de la strate formelle.....	108
2.3.1. Qualité hygiénique des laits individuels.....	108
2.3.2. Qualité hygiénique des laits de mélange.....	109
2.3.3. Prévalence des germes pathogènes.....	112
2.3.4. Effet de la pasteurisation.....	112
2.3.5. Corrélation « CMT-analyse bactériologique ».....	112
3. Résultats de la strate informelle.....	114
3.1. Prévalence de non-conformité.....	114
3.2. Résultats microbiologiques du lait commercialisé .....	116
3.3. Résultats microbiologiques du L'ben .....	120
3.4. Résultats microbiologiques du J'ben.....	123
3.5. Prévalence des germes pathogènes .....	127
4. Résultats des résidus d'antibiotiques .....	128
5. Résultats des anticorps brucelliques .....	129
6. Résultats de l'antibio-résistance des souches bactériennes ( <i>S. aureus</i> et <i>E. coli</i> )	130
6.1. Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> .....	130
6.1.1. Profil d'antibio-résistance par famille d'antibiotiques.....	131
6.1.2. Profil d'antibio-résistance par type d'antibiotiques.....	133

6.1.3. Profil de multi-résistance des souches de <i>S. aureus</i> .....	135
6.1.4. Prévalence des souches MRSA.....	136
6.2. Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> .....	137
6.2.1. Profil d'antibio-résistance par famille d'antibiotiques.....	138
6.2.2. Profil d'antibio-résistance par type d'antibiotiques.....	140
6.2.3. Profil de multi-résistance des souches d' <i>E. coli</i> .....	142
6.2.4. Prévalence des souches BLSE.....	143
Conclusion.....	144
Perspectives.....	146
Références bibliographiques	
Annexes	

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**AFNOR** : Association Française de Normalisation;

**AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments;

**Amino.** : Aminosides;

**A.S.R** : Anaérobies Sulfito-réducteurs;

**ATCC** : American Type Culture Collection;

**BLA** : Bovin Laitier Amélioré;

**β-lact.** : β-lactamines;

**BLL** : Bovin Laitier Local;

**BLM** : Bovin Laitier Moderne;

**BLSE** : Béta-Lactamase à Spectre Elargi;

**°C** : Degré Celsius;

**CA-SFM** : Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie;

**CIL** : Comité Interprofessionnel du Lait;

**C3G** : Céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération;

**C. T**: Coliformes totaux;

**C. Th** : Coliformes thermorésistants;

**cm** : Centimètre;

**CMT** : California Mastitis Test;

**Cycl.**:Cyclines;

**DE** : Décret exécutif;

**DC**: Direction de Commerce;

**DSA**: Direction des Services Agricoles;

***E. coli*** : *Escherichia coli*;

**FAO** : Food and Agriculture Organisation;

**F.I.L** : Fédération Internationale du Lait et de produits laitiers;

**FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale;

**g** : Gramme;

**GIPLAIT** : Groupe Industriel de la Production Laitière;

**I** : Intermédiaire;

**J.O.R.A** : Journal Officiel de la République Algérienne;

**l** : Litre;

**Macro.** : Macrolides;

**MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural;

**MGLA** : Matière Grasse Laitière Anhydre;  
**M-H** : Mueller-Hinton;  
**mg** : Milligramme;  
**ml** : Millilitre;  
**mm** : Millimètre;  
**min** : Minute;  
**NaCl** : Chlorure de sodium;  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé;  
**ONIL** : Office National Interprofessionnel du Lait;  
**PCA** : Plate Count Agar;  
**Plypep.**: Plypeptides;  
**Quino.**: Quinolones;  
**R** : Résistant;  
**S** : Sensible;  
**SARM** : *Staphylococcus aureus* Résistant à la Méthicilline;  
**SASM** : *Staphylococcus aureus* Sensible à la Méthicilline;  
**S. aureus** : *Staphylococcus aureus*;  
**SM** : Solution Mère;  
**Str. fécaux** : Streptocoques Fécaux;  
**T** : Témoin;  
**T.S.E** : Tryptone Sel Eau;  
**UFC** : Unité Formant Colonie;  
**UHT** : Ultra Haute Température;  
**V.F** : Viande Foie;  
**VRBL** : Violet Red Bile Lactose agar;  
**µl** : Microlitre;  
**µm** : Micromètre.

## LISTE DES ANNEXES



### PARTIE EXPÉRIMENTALE CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES



**Annexe I:** Questionnaire;

**Annexe II:** Composition des principaux milieux de culture;

**Annexe III:** Table de lecture des différents tests biochimiques utilisés dans l'identification du profil biochimique des entérobactéries;

**Annexe IV:** Coloration de Gram;

**Annexe V:** Table de Mac Grady;

**Annexe VI :** Composition du mélange nutritif, de la solution de triméthoprimine et de la solution de pénicilline G;

**Annexe VII:** Familles d'antibiotiques détectées par les organismes test lors de l'épreuve de confirmation;

**Annexe VIII:** Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition des *S. aureus* et des *E. coli*.



### CHAPITRE VI : RÉSULTATS ET DISCUSSION



**Annexe IX :** Résultats du test CMT;

**Annexe X :** Valeurs moyennes des différents contaminants microbiens dans les deux fermes;

**Annexe XI :** Résultats de l'analyse de la variance (ANOVA à un facteur);

**Annexe XII :** Critères microbiologiques relatifs au lait cru et aux produits laitiers;

**Annexe XIII :** Résultats microbiologiques des différents échantillons de la strate informelle;

**Annexe XIV:** Diamètres des zones d'inhibition des échantillons positifs vis-à-vis des différentes souches de *Bacillus* (mm);

**Annexe XV :** Diamètres d'inhibition de l'antibiogramme des différentes souches isolées selon le manuscrit de la standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale (éditions : 2005, 2008 2011) et le Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie;

**Annexe XVI :** Résultat du test de screening à l'oxacilline chez une SASM.

## LISTE DES FIGURES

### SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE CHAPITRE I : LA FILIÈRE LAIT EN ALGÉRIE

<b>Figure 1</b> : Répartition des potentialités de production laitière par zone.....	6
<b>Figure 2</b> : Photographie d'une Chekoua .....	16
<b>Figure 3</b> : Photographies du barattage.....	17
<b>Figure 4</b> : Obtention du beurre à la fin du barattage.....	17
<b>Figure 5</b> : Fabrication du J'ben.....	19
<b>Figure 6</b> : Unité de recombinaison avec mélange en ligne de la matière grasse.....	26

### CHAPITRE II : QUALITÉ DU LAIT ET DES PRODUITS LAITIERS

<b>Figure 7</b> : Les composantes de la qualité.....	34
<b>Figure 8</b> : Photographie de <i>Brucella abortis</i> (coloration de Gram x1000).....	38
<b>Figure 9</b> : Micrographie électronique à transmission de <i>Salmonella</i> agrandie X13.250.....	40
<b>Figure 10</b> : <i>Salmonella enteridis</i> sur gélose S-S.....	40
<b>Figure 11</b> : Aspect de <i>Listeria monocytogenes</i> au Gram.....	42
<b>Figure 12</b> : <i>Listeria monocytogenes</i> : culture sur gélose au sang.....	42
<b>Figure 13</b> : Micrographie optique de <i>S. aureus</i> suite à une coloration de Gram.....	45
<b>Figure 14</b> : <i>S. aureus</i> sur gélose au sang 18 h à 37 °C.....	45
<b>Figure 15</b> : <i>Escherichia coli</i> 0157 : H 7 sur milieu de Mac Conkey au sorbitol.....	47
<b>Figure 16</b> : <i>Clostridium perfringens</i> sur gélose au sang 48 h à 37 °C en anaérobiose....	49
<b>Figure 17</b> : <i>Clostridium botulinum</i> au Gram.....	50



**PARTIE EXPÉRIMENTALE**  
**CHAPITRE III : MATÉRIEL**  
**ET MÉTHODES**



<b>Figure 18</b> : Plan de procédure d'échantillonnage.....	51
<b>Figure 19</b> : Images satellitaires établies par Google Earth montrant la situation géographique des deux fermes retenues dans l'étude.....	54
<b>Figure 20</b> : Organisation des cinq niveaux d'échantillonnage dans la sous-filière formelle.....	55
<b>Figure 21</b> : Image satellitaire établie par Google Earth montrant la situation géographique des différentes crémeries retenues dans l'étude .....	56
<b>Figure 22</b> : Organisation de l'échantillonnage dans la sous-filière informelle.....	57
<b>Figure 23</b> : Répartition des prélèvements.....	58
<b>Figure 24</b> : Différentes étapes de la réalisation du test C.M.T.....	60
<b>Figure 25</b> : Préparation des dilutions (Cas des produits solides).....	63
<b>Figure 26</b> : Test oxydase.....	70
<b>Figure 27</b> : Test TSI.....	71
<b>Figure 28</b> : Hydrolyse de l'ONPG par la $\beta$ -galactosidase.....	71
<b>Figure 29</b> : Test ONPG.....	72
<b>Figure 30</b> : Test de RM et de VP.....	73
<b>Figure 31</b> : Recherche des décarboxylases.....	74
<b>Figure 32</b> : Test urée-indole.....	74
<b>Figure 33</b> : Test mannitol-mobilité.....	75
<b>Figure 34</b> : Test de citrate.....	75
<b>Figure 35</b> : Test coagulase.....	79
<b>Figure 36</b> : Différentes étapes de la réalisation de l'épreuve d'acidification.....	89
<b>Figure 37</b> : Différentes étapes de la réalisation de de l'épreuve de confirmation.....	90
<b>Figure 38</b> : Détection des anticorps brucelliques par la méthode du Ring-Test.....	91
<b>Figure 39</b> : Visualisation des différentes étapes de la réalisation de l'antibiogramme.	94
<b>Figure 40</b> : Test de diffusion du disque de céfoxitine.....	96
<b>Figure 41</b> : Test de screening à l'oxacilline.....	97
<b>Figure 42</b> : Recherche de la BLSE par le test de synergie.....	98
<b>Figure 43</b> : Technique du double disque.....	99



## CHAPITRE VI : RÉSULTATS ET DISCUSSION



<b>Figure 44 :</b> Taux d'intégration du lait cru dans la wilaya de Djelfa.....	101
<b>Figure 45:</b> Elimination des premiers jets.....	104
<b>Figure 46 :</b> Filtration du lait à l'aide d'un filtre métallique.....	105
<b>Figure 47 :</b> Stockage du lait à la ferme par différents instruments de stockage.....	105
<b>Figure 48 :</b> Stockage du matériel de traite et de stockage à l'étable.....	106
<b>Figure 49:</b> Evolution de la valeur de la FAMT à travers les différents points de prélèvement.....	111
<b>Figure 50:</b> Evolution des valeurs des CT et des CTh à travers les différents points de prélèvement.....	111
<b>Figure 51:</b> Intéraction CMT-Qualité.....	113
<b>Figure 52 :</b> Taux de non-conformité des trois produits laitiers.....	114
<b>Figure 53:</b> Fréquence de distribution de la FAMT dans les échantillons de lait.....	117
<b>Figure 54:</b> Fréquence de distribution des CT dans les échantillons de lait.....	117
<b>Figure 55:</b> Fréquence de distribution des CTh dans les échantillons de lait.....	118
<b>Figure 56:</b> Fréquence de distribution des ASR dans les échantillons de lait.....	118
<b>Figure 57 :</b> Fréquence de distribution des CT dans les échantillons de L'ben.....	121
<b>Figure 58 :</b> Fréquence de distribution des CTh dans les échantillons de L'ben.....	121
<b>Figure 59:</b> Fréquence de distribution des <i>S. aureus</i> dans les échantillons de L'ben.....	122
<b>Figure 60:</b> Fréquence de distribution des CT dans les échantillons de J'ben.....	124
<b>Figure 61:</b> Fréquence de distribution des CTh dans les échantillons de J'ben.....	124
<b>Figure 62:</b> Fréquence de distribution des <i>S. aureus</i> dans les échantillons de J'ben.....	125
<b>Figure 63 :</b> Résultats de contamination des laits par les résidus d'antibiotiques (test d'acidification).....	128
<b>Figure 64 :</b> Résultats de contamination des laits par les résidus d'antibiotiques (test de confirmation).....	129
<b>Figure 65 :</b> Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis de la famille des $\beta$ -lactamines.....	131
<b>Figure 66:</b> Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis de la famille des aminosides.....	131
<b>Figure 67:</b> Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis de la famille des quinolones.....	132

<b>Figure 68:</b> Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis des autres familles.....	132
<b>Figure 69:</b> Fréquence de résistance des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	133
<b>Figure 70:</b> Fréquence de sensibilité des souches de <i>S. aureus</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	134
<b>Figure 71:</b> Fréquence des souches intermédiaires de <i>S. aureus</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	134
<b>Figure 72:</b> Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> vis-à-vis de la famille des $\beta$ -lactamines.....	138
<b>Figure 73:</b> Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> vis-à-vis de la famille des aminosides.....	138
<b>Figure 74:</b> Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> vis-à-vis de la famille des quinolones.....	139
<b>Figure 75:</b> Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> vis-à-vis des autres familles.....	139
<b>Figure 76:</b> Fréquence de résistance des isolats d' <i>E. coli</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	140
<b>Figure 77:</b> Fréquence de sensibilité des souches d' <i>E. coli</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	140
<b>Figure 78:</b> Fréquence des souches intermédiaires d' <i>E. coli</i> vis-à-vis des antibiotiques testés.....	141

# LISTE DES SCHÉMAS

## SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE CHAPITRE I : LA FILIÈRE LAIT EN ALGÉRIE

<b>Schéma 1</b> : Eléments constitutifs d'une filière.....	4
<b>Schéma 2</b> : Les trois sous filières laitières.....	13
<b>Schéma 3</b> : Mode de fabrication des produits laitiers et fromagers algériens.....	14
<b>Schéma 4</b> : Schéma montrant le procédé de préparation de la Chekoua.....	16
<b>Schéma 5</b> : Schéma montrant le procédé de fabrication du L'ben.....	18
<b>Schéma 6</b> : Organisation interne de l'ONIL.....	26
<b>Schéma 7</b> : Schéma général de la filière laitière algérienne.....	32

## PARTIE EXPÉRIMENTALE CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES

<b>Schéma 8</b> : Préparation des dilutions (Cas des produits liquides).....	63
<b>Schéma 9</b> : Recherche et dénombrement de la FAMT.....	66
<b>Schéma 10</b> : Recherche et dénombrement des coliformes en milieu solide.....	68
<b>Schéma 11</b> : Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> .....	77
<b>Schéma 12</b> : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	82
<b>Schéma 13</b> : Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs.....	84
<b>Schéma 14</b> : Recherche des Salmonelles.....	86

## LISTE DES TABLEAUX

### SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE CHAPITRE I : LA FILIÈRE LAIT EN ALGÉRIE

<b>Tableau 1</b> : Estimation du cheptel laitier en Algérie (2011).....	5
<b>Tableau 2</b> : Répartition du cheptel bovin selon le type d'élevage.....	7
<b>Tableau 3</b> : Répartition des trois races bovines.....	7
<b>Tableau 4</b> : Nombre de génisses importées (2004-2012) par l'Algérie.....	8
<b>Tableau 5</b> : Evolution de la production laitière en Algérie (10 <sup>6</sup> litre).....	9
<b>Tableau 6</b> : Estimation de la production des trois communes leaders (2012).....	10
<b>Tableau 7</b> : Evolution de la collecte du lait cru en Algérie (10 <sup>6</sup> litre).....	11
<b>Tableau 8</b> : Textes réglementaires nationaux relatifs à l'ONIL.....	21
<b>Tableau 9</b> : Les 9 pôles laitiers en Algérie.....	24
<b>Tableau 10</b> : Part des divers produits dans la consommation de protéines animales en Algérie au cours de l'année 1990.....	27
<b>Tableau 11</b> : Evolution de la consommation du lait en Algérie.....	27
<b>Tableau 12</b> : Importations des laits et des produits laitiers (2011).....	28
<b>Tableau 13</b> : Les opérateurs conventionnés avec l'ONIL (2011-2012).....	29
<b>Tableau 14</b> : Principales aides apportées par l'ONIL aux différents acteurs de la filière laitière.....	30

### CHAPITRE II : QUALITÉ DU LAIT ET DES PRODUITS LAITIERS

<b>Tableau 15</b> : Les diverses facettes de la qualité du lait.....	35
<b>Tableau 16</b> : Maladies transmissibles à l'homme par le lait.....	37
<b>Tableau 17</b> : Survie des <i>Brucella</i> dans les produits laitiers.....	39
<b>Tableau 18</b> : Incidence de <i>Listeria spp.</i> dans le lait cru en Algérie.....	44
<b>Tableau 19</b> : Incidence de <i>L.monocytogenes</i> dans des produits laitiers artisanaux.....	44



**PARTIE EXPÉRIMENTALE**  
**CHAPITRE III : MATÉRIEL**  
**ET MÉTHODES**



<b>Tableau 20:</b> Répartition de la nature des prélèvements selon leur origine.....	<b>58</b>
<b>Tableau 21:</b> Interprétation du California Mastitis Test.....	<b>60</b>
<b>Tableau 22:</b> Récapitulatif des différentes techniques microbiologiques utilisées.....	<b>61</b>
<b>Tableau 23:</b> Récapitulation des différents dénombrements effectués.....	<b>64</b>
<b>Tableau 24 :</b> Récapitulation de l'ensemble des tests biochimiques .....	<b>69</b>
<b>Tableau 25 :</b> Récapitulatif des principaux caractères biochimiques des Salmonelles...	<b>87</b>
<b>Tableau 26 :</b> Différentes molécules d'antibiotiques testées.....	<b>95</b>
<b>Tableau 27 :</b> Différentes recherches complémentaires.....	<b>96</b>



**CHAPITRE VI : RÉSULTATS**  
**ET DISCUSSION**



<b>Tableau 28 :</b> Situation de la filière lait dans la wilaya de Djelfa.....	<b>101</b>
<b>Tableau 29:</b> Description des différentes pratiques de traite au sein des deux élevages	<b>103</b>
<b>Tableau 30:</b> Résultats du test CMT.....	<b>107</b>
<b>Tableau 31 :</b> Prévalences de mammites sub-cliniques révélées par le CMT en Algérie.....	<b>107</b>
<b>Tableau 32 :</b> Statistiques descriptives des flores microbiennes des laits individuels	<b>108</b>
<b>Tableau 33 :</b> Résultats microbiologiques des laits de mélange des différents points de prélèvement.....	<b>109</b>
<b>Tableau 34 :</b> Prévalences des germes pathogènes dans les laits individuels et de mélange.....	<b>112</b>
<b>Tableau 35 :</b> Prévalence de non-conformité dans les échantillons de la strate informelle.....	<b>114</b>
<b>Tableau 36 :</b> Statistiques descriptives des flores microbiennes du lait.....	<b>116</b>
<b>Tableau 37 :</b> Caractéristiques microbiologiques des différents laits crus indiqués dans la littérature (germes/ml).....	<b>119</b>

<b>Tableau 38</b> : Statistiques descriptives des flores microbiennes du L'ben.....	<b>120</b>
<b>Tableau 39</b> : Caractéristiques microbiologiques des différents laits fermentés (germes/ml).....	<b>122</b>
<b>Tableau 40</b> : Statistiques descriptives des flores microbiennes du J'ben.....	<b>123</b>
<b>Tableau 41</b> : Caractéristiques microbiologiques des différents fromages traditionnels indiqués dans la littérature (germes/ml).....	<b>126</b>
<b>Tableau 42</b> : Prévalence des différents germes pathogènes.....	<b>127</b>
<b>Tableau 43</b> : Résultats de l'épreuve d'acidification.....	<b>128</b>
<b>Tableau 44</b> : Résultats de l'épreuve de confirmation.....	<b>128</b>
<b>Tableau 45</b> : Profil d'antibio-résistance des souches de <i>S. aureus</i> (n=34).....	<b>130</b>
<b>Tableau 46</b> : Principaux phénotypes de multi-résistance observés des différentes souches de <i>S. aureus</i> .....	<b>136</b>
<b>Tableau 47</b> : Profil d'antibio-résistance des souches d' <i>E. coli</i> (n=16).....	<b>137</b>
<b>Tableau 48</b> : Principaux phénotypes de multi-résistance observés des différentes souches d' <i>E. coli</i> .....	<b>142</b>

# **Introduction**

## INTRODUCTION

La filière lait est définie à travers ses quatre principaux maillons : la production, la collecte, la transformation-commercialisation et la consommation. A cela s'ajoute l'importation de la poudre de lait et ses dérivés. L'industrie laitière, le maillon le plus puissant de la chaîne laitière, constitue le centre de commande à partir duquel surgissent des boucles de rétroactions, permettant à la filière lait de s'adapter et d'évoluer (SOUKI, 2006).

Actuellement, la filière lait en Algérie recèle une ambivalence dans la mesure où l'aval constitue le maillon le plus dynamique et l'amont malgré les efforts fournis par l'Etat n'arrive pas à satisfaire toute la demande exprimée. L'essor que connaît l'aval de la filière se traduit par des investissements accrus effectués par des entreprises étrangères attirées par la croissance du marché. La filière a connu, certes, une certaine évolution en matière de production. Elle a plus que doublé en 9 ans passant de 1 milliard de litres en 1997 à 2,244 milliards de litres en 2006 (MADR, 2009). Cette production a continué de croître très rapidement pour atteindre 2,920 milliards de litres en 2011 et 3.088 milliards de litres en 2012 (SOUKEHAL, 2013). Toutefois, c'est le taux de la collecte qui connaît un déclin que fait remarquer les experts laitiers, et la distribution du lait est totalement désorganisée. A titre indicatif, uniquement 700 millions de litres de lait ont été collectés au titre de l'année 2012 (KACIMI EL-HASSANI, 2013). Plus de 2 milliards de litres ont été donc écoulés dans le circuit informel, ce qui réduit les chances de se passer, à court et moyen terme, de l'importation de la poudre de lait (ONIL, 2013).

Vendu directement aux consommateurs ou transformé de manière artisanale par une multitude de petites laiteries traditionnelles (mahlabas) travaillant dans des conditions d'hygiène très critiquables, le lait échappe au contrôle de qualité et constitue de ce fait un risque imminent pour le consommateur.

Ces circuits informels tendent de plus en plus à se légitimer et à se formaliser par l'intégration des produits artisanaux tels : le beurre, le lait caillé (Raïb), le lait fermenté (L'ben), le fromage frais (J'ben) dans les circuits de commerce (épiceries, points de vente, ...etc.) (BELHADIA et al., 2014). Malgré des altérations parfois apparentes et des accidents de fabrication dont les consommateurs peuvent être victimes, ces denrées traditionnelles sont largement consommées en Algérie et trouvent une clientèle toujours fidèle. Selon les statistiques du Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière en 2005, les produits laitiers étaient responsables de 18,8% des toxi-infections alimentaires collectives.

La qualité microbiologique du lait cru revêt une importance capitale qui suscite l'intérêt des différents acteurs de la filière. D'un point de vue consommériste, la qualité hygiénique préoccupe le consommateur qui devient de plus en plus exigeant. Le lait cru et les produits qui en découlent doivent apporter des garanties sanitaires. D'un point de vue technologique, la qualité et la typicité des produits laitiers sont à l'origine de la flore du lait cru (YABRIR et al., 2013).

Le thème de la présente étude s'inscrit dans le cadre du projet national d'appui à la filière laitière en Algérie. Il trouve son fondement aussi dans la stratégie de l'amélioration de la qualité sanitaire du lait cru. Dans ce sens, plusieurs études relatives à l'influence des pratiques hygiéniques lors de la traite ont déjà été entreprises. Elles ont consisté à caractériser l'état hygiénique et sanitaire du lait cru collecté à travers les différentes régions du territoire national (BAAZIZ 2006, AGGAD et al., 2009, GHAZI et al., 2010, AMEUR et al., 2011, TITOUCHE 2011, BOUBENDIR et al., 2011, HAKEM et al., 2012).

La présente étude se fait dans un contexte où l'offre nationale du lait et de ses produits dérivés fait l'objet de l'alternance de deux circuits de distribution et de mise en marché, le formel et l'informel. À notre connaissance, aucune étude n'a été faite dans ce sens notamment en milieu steppique algérien. Celle-ci se veut être une première investigation dans son genre concernant, d'une part, la caractérisation du niveau de contamination microbienne du lait collecté sous les conditions de la steppe centrale algérienne tout au long de sa chaîne de production et, d'autre part, l'évaluation de la qualité microbiologique du lait cru et de ses dérivés traditionnels « L'ben » et « J'ben » vendus et consommés par la population locale de la ville de Djelfa.

L'objectif de l'étude vise essentiellement à :

-évaluer la qualité hygiénique du lait bovin collecté sous les conditions de la steppe centrale algérienne, tout au long de sa chaîne de production (lait individuel et de mélange « chariot trayeur, cuve de réfrigération, camionnette de collecte et de l'unité de pasteurisation»), et mettre le point sur les pratiques liées à l'hygiène de traite par le biais d'un questionnaire d'enquête, auprès de deux fermes laitières structurées dans le programme national de l'ONIL et prises en pension par l'unité de production « Naïlait »;

-apprécier la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru bovin et de ses dérivés traditionnels « L'ben » et « J'ben » commercialisés par la filière informelle dans la ville de Djelfa, et estimer le risque éventuel en matière de santé publique;

-détecter la présence éventuelle des résidus d'antibiotiques dans les différents laits crus individuels et de mélange par la méthode microbiologique de diffusion en gélose, ainsi que les anticorps brucelliques par le test de l'anneau «Ring-test »;

-étudier le profil de résistance des souches de *S. aureus* ainsi que celles d'*E. coli* vis-à-vis d'une panoplie de molécules d'antibiotiques, utilisées aussi bien en médecine humaine que vétérinaire, en vue d'en rechercher des souches rebelles : *S. aureus* résistantes à la méthiciline (MRSA) et des *E. coli* productrices de  $\beta$ -lactamase à spectre élargi (BLSE).