

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires

Département des Sciences Vétérinaires

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Epidémiologie appliquée à la santé animale

**EFFICACITE DES PRATIQUES DE NETTOYAGE DES
CUVES ET USTENSILES D'ENTREPOSAGE DU LAIT
CRU DANS LA REGION FREHA (W. TIZI OUZOU).**

Par

Abderrahmane AMEUR

Devant le jury composé de :

R. KAÏDI	Professeur, U. de Blida	Président
D. GUETARNI	Professeur, U. de Blida	Examineur
A. BERBER	Maitre de conférences A, U. de Blida	Examineur
K. RAHAL	Professeur, U. de Blida	Promoteur
A. BOUYOUCHEF	Professeur, U. de Blida	Co-Promoteur

Blida, novembre 2010

RESUME

La qualité hygiénique du lait cru est un sujet qui intéresse depuis longtemps les acteurs de la filière lait en Algérie. Jusqu'à présent, le lait cru collecté présentait un taux de contamination microbienne très élevé, préjudiciable aussi bien à la transformation dans l'industrie laitière qu'à la santé publique. Depuis peu, des initiatives ont été prises par des laiteries d'envergure pour réduire cette contamination, en mettant en place des mesures de paiement à la qualité bactériologique.

La présente étude se propose de déterminer les moyens d'entreposage du lait cru au niveau des fermes desservant le centre de collecte de Freha, la température du lait à la livraison, le nombre d'éleveurs se munissant de détergents homologués pour leurs matériels et enfin de décrire les routines de nettoyage des cuves de réfrigération et des ustensiles d'entreposage au niveau de 15 « grands » élevages desservant le même centre et juger de leurs efficacité .

Les résultats montrent une nette prédominance d'ustensiles en inox pour ce qui est des moyens d'entreposage, la température du lait était dans $49\% \pm 14\%$ des cas supérieure à 10°C et le nombre d'éleveurs procédant à l'achat de détergent pour leurs matériels était 24/101.

Pour ce qui est des routines de nettoyage, après écouvillonnage, la flore totale a été utilisée comme bio-indicateur d'efficacité de nettoyage des surfaces. Les résultats montrent une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre la contamination des surfaces des cuves nettoyées aux détergents alcalins/acides par rapport à l'utilisation des dégraissants ménagers, lesquels laissent des niveaux de contamination résiduelle élevés, de l'ordre de $5 \log_{10}$ UFC/cm². Il n'en demeure pas moins que des améliorations restent à faire concernant l'utilisation de produits adaptés, avec les concentrations, la température et temps de contact adéquats.

Mots clés :

Lait cru, réfrigération, cuve de réfrigération, nettoyage, Freha.

ABSTRACT

The hygienic quality of raw milk is a subject which interests more actors of milk production in Algeria for a long time. Until now, collected raw milk presents a very high rate of microbial contamination, prejudicial both for processing in the dairy industry and for public health. Recently, initiatives have been taken by major dairies to reduce this contamination by establishing measurements of payment according to bacteriological quality.

The aim of this study is to identify storing ways of raw milk at farms serving Freha collection center, the temperature of the milk delivery, the number of breeders equipping ratified detergents for their material and finally to describe routines tank cleaning and storage utensils at 15 "great" farms serving the same center and estimate their effectiveness.

The results showed a predominance of inox utensils, the milk temperature was in $49\% \pm 14\%$ of cases above to $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and a number of farmers purchase the detergents for their material was 24/101.

In terms of cleanup routines, after swabbing, the total flora has been used as bio-indicator of effectiveness of cleaning surfaces. The results showed a highly significant difference ($p < 0.001$) between surface contamination tanks cleaned with alkaline/acid detergents, compared with domestic detergents, which leave residual contamination in high levels, around $5 \log_{10} \text{CFU/cm}^2$. The fact remains that improvements are still needed on the use of appropriate products, with the adequate concentrations, temperature and contact time.

Key words:

Raw milk, refrigeration, tank, cleaning, Freha.

ملخص

النوعية البكتريولوجية للحليب الطازج موضوع ليس بالجديد في الجزائر و الذي يهم كثيرا الناشطين في قطاع إنتاج الحليب. إلى يومنا هذا، الحليب الطازج يبدي نسبة تلوث جرثومي عالية جدا، ملحقة أضرارا بقطاع تصنيع الحليب والصحة العامة. في الآونة الأخيرة ، اتخذت مبادرات من قبل مجتمعات التصنيع الكبرى للحد من هذا التلوث بوضع ترتيبات الدفع مقابل النوعية البكتريولوجية . تهدف هذه الدراسة إلى تحديد وسائل تخزين الحليب الطازج في المزارع التي تسلم إنتاجها إلى مركز التجميع بفريجة ، تحديد درجة حرارة الحليب عند التسليم، تحديد عدد المربين الذين يشترون المنظفات المعتمدة لتجهيزاتهم ، وأخيرا وصف إجراءات تنظيف خزان تبريد الحليب وأدوات التخزين في 15 مزرعة "كبيرة" تسلم حليبها لنفس المركز ، وقياس فعاليتها.

وأظهرت النتائج وجود غلبة واضحة للأدوات المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ بين وسائل التخزين ، درجة حرارة الحليب كانت في $49\% \pm 14\%$ من الحالات تزيد عن 10 درجة مئوية ، وعدد المربين الذين يشترون المنظفات لتجهيزاتهم كان (101/24). من حيث إجراءات التنظيف ، بعد المسح النموذجي ، تم استخدام التلوث الجرثومي كمؤشر حيوي لفعالية تنظيف الأسطح.

وأظهرت النتائج فرقا إحصائيا هاما ($p < 0,001$) بين أسطح الخزانات التي تم تنظيفها بالمحلولات الحمضية/القاعدية مقارنة بالتي تم تنظيفها بالمنظفات المنزلية و التي تبقي مستويات تلوث مرتفعة في حدود $5 \log_{10} / \text{cm}^2$.

لكن لا تزال هناك حاجة إلى تحسينات على استخدام المستحضرات المناسبة ، مع التركيز المناسب، درجة الحرارة المناسبة و مدة الاتصال الملائمة.

الكلمات المفتاحية:

الحليب الطازج, تبريد, خزان التبريد, تنظيف, فريجة.

REMERCIEMENTS

A Monsieur **R.KAÏDI**

Professeur à l'Université Saad-Dahleb de Blida, pour l'honneur que vous nous faites en présidant notre jury de mémoire. Soyez assuré de notre respectueuse considération.

A Monsieur **D. GUETARNI**

Professeur à l'Université Saad-Dahleb de Blida, pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération.

A Monsieur **A. BERBER**

Maître de conférences à l'Université Saad-Dahleb de Blida, pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Soyez assuré de notre sincère gratitude.

A Monsieur **K. RAHAL**

Professeur à l'Université Saad-Dahleb de Blida, pour l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de diriger ce travail. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma profonde reconnaissance pour votre disponibilité et ma sincère admiration.

A Monsieur **A. BOUYOUCEF**

Professeur à l'Université Saad-Dahleb de Blida, pour votre soutien et votre confiance. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

A Monsieur **F. BENDALI**

Spécialiste en Epidémiologie animale, Institut Technique de l'Elevage, France, pour tous vos conseils tout au long de notre formation.

A Monsieur **S. AGGUINI** et à Madame **D. AGGUINI**

Responsables du laboratoire de contrôle de qualité, pour avoir mis à notre disposition toutes les conditions et les moyens pour la réalisation de la partie expérimentale de ce travail.

Ce mémoire a été réalisé au niveau de la région de Freha. Nous tenons à remercier le chef du centre de collecte Mourad et tous les éleveurs qui ont bien voulu nous ouvrir les portes de leurs élevages.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, particulièrement :

B. BENDEDOUCHE (Maitre de conférences à l'ENSV d'Alger)

A. BENSID (Chargé de TP à l'université SAAD DAHLAB de Blida)

M. GUEDIOURA (Chargé de cours à l'université SAAD DAHLAB de Blida)

G. VASSEUR (Sale manager d'Alfa LAVAL)

M. OUMOUNA (Chargé de cours à l'université SAAD DAHLAB de Blida)

Sincères remerciements.

Je dédie ce travail à :

A mes parents, pour avoir toujours cru en moi et m'avoir permis de réaliser ces études. Je ne vous le dirai jamais assez : merci pour tout !

A mes frères et mes sœurs pour les bons moments passés ensemble, et ce n'est pas fini !

A toute la famille Ameer.

A toute la famille Tinkicht et surtout à la petite Ryma.

A mes grands-parents que Dieu ait leurs âmes.

A tous mes ami (es) tout particulièrement Gaouaoui.

A tous les stagiaires et employés du laboratoire de contrôle de qualité de Tizi-Ouzou, c'est fini !

TABLES DES MATIERES

RESUME.	1
REMERCIEMENTS.	4
TABLES DES MATIERES.	6
LISTE DES ILLUSTRATIONS.	11
LISTE DES TABLEAUX.	13
INTRODUCTION.	14
1. PRODUCTION LAITIERE EN ALGERIE.	15
1.1. Généralités.	15
1.2. Production du lait cru.	15
1.3. Cheptel bovin laitier.	16
1.4. Collecte du lait cru.	16
1.5. Industrie laitière.	16
1.6. Importation.	17
1.7. Circuits du lait cru.	17
1.8. Politiques et stratégies.	17
1.9. Problèmes de la production laitière.	18
1.10. Conclusion.	18
2. MICROFLORE DU LAIT.	19
2.1. Généralités.	19
2.2. Microorganismes.	19
2.3. Aspect législatif.	21
2.4. Micro-organismes recherchés pour l'évaluation de l'hygiène des surfaces	21
2.4.1. Micro-organismes facilement caractérisables.	21
2.4.2. Micro-organismes nécessitant une étape préliminaire.	22
2.5. Méthode de prélèvement des surfaces.	22

2.6. Conclusion.	24
3. SOURCES DE CONTAMINATION DU LAIT CRU A LA FERME.	25
3.1. Animal.	25
3.1.1. Peau de l'animal.	25
3.1.2. Trayon.	25
3.1.3. Infections intra-mammaires.	26
3.1.4. Autres infections.	26
3.2. Homme.	26
3.3. Environnement.	27
3.3.1. Logement.	27
3.3.2. Litière et sol.	27
3.3.3. Alimentation.	28
3.3.4. Insectes et nuisibles.	28
3.3.5. Eau de l'exploitation.	29
3.4. Matériel en contact du lait.	29
3.5. Prévention contre la contamination du lait à la ferme.	30
3.7. Conclusion.	32
4. NETTOYAGE ET DESINFECTION.	33
4.1. Généralités.	33
4.2. Souillures.	33
4.2.1. Principaux types de souillures.	33
4.2.1.1. Souillures organiques.	33
4.2.1.2. Souillures minérales.	34
4.2.1.3. Souillures bactériologiques : (biofilms).	34
4.2.1.3.1. Définition.	34
4.2.1.3.2. Formation.	34
4.2.2. Conséquences..	35
4.3. Produits de nettoyage et de désinfection.	36
4.3.1. Produits de nettoyage alcalins.	36
4.3.1.1. Alcalins forts.	36
4.3.1.2. Alcalins moyens.	37

4.3.1.3. Alcalins doux.	37
4.3.1.4. Alcalins chlorés.	37
4.3.2. Produits acides.	38
4.3.2.1. Acides minéraux.	38
4.3.2.2. Acides organiques.	38
4.4. Additifs de lavage.	38
4.4.1. Tensioactifs ou agents de surface.	38
4.4.2. Agents anti-tartre.	39
4.4.2.1. Séquestrant ou chélatants.	39
4.4.2.2. Inhibiteurs d'entartrages (dispersants).	39
4.4.3. Inhibiteurs de corrosion.	39
4.4.4. Antimoussants.	39
4.5. Mise en œuvre des produits de nettoyage et de désinfection.	40
4.5.1. Nature et type de souillure.	40
4.5.2. Nature de la surface.	40
4.5.3. Eau.	41
4.5.4. Facteurs influençant l'efficacité des produits.	41
4.6. Limites des opérations de nettoyage et de désinfection.	42
4.6.1. Résistance microbienne aux agents de désinfection.	44
4.6.2. Protection offerte par les biofilms.	44
4.7. Nettoyage des tanks de réfrigération.	44
4.7.1. Organisation des opérations de nettoyage du tank de réfrigération.	44
4.7.2. Pratique.	45
4.7.2.1. Pré-rinçage.	46
4.7.2.2. Lavage-brossage ou nettoyage-désinfection.	46
4.7.2.3. Rinçage.	46
4.7.2.4. Nettoyage acide.	47
4.7.2.5. Séchage.	47
4.8. Conclusion.	47

5. PARTIE EXPERIMENTALE.	48
5.1. Problématique et objectifs.	48
5.2. Première partie : au niveau des fermes.	51
5.2.1. Caractérisation des pratiques de nettoyage des cuves de et des ustensiles d'entreposage.	51
5.2.1.1. Matériel.	51
5.2.1.2. Méthodes.	52
5.2.2. Efficacité des pratiques de nettoyage de routine.	53
5.2.2.1. Matériel.	53
5.2.2.2. Méthodes.	54
5.2.3. Analyse statistique des données.	57
5.2.4. Résultats.	58
5.2.4.1. Nombre de vaches laitières dans les élevages.	58
5.2.4.2. Les délais de livraison.	58
5.2.4.3. Propreté des vaches.	58
5.2.4.4. Local spécial pour l'entreposage du lait et propreté.	58
5.2.4.5. Origine des eaux utilisées pour le nettoyage.	58
5.2.4.6. Moyens de stockage du lait au niveau des fermes.	61
5.2.4.7. Produits utilisés pour le nettoyage.	62
5.2.4.8. Prélavage.	62
5.2.4.9. Lavage.	63
5.2.4.10. Rinçage.	64
5.2.4.11. Séchage.	65
5.2.4.12. Efficacité des pratiques de routine.	65
5.2.5. Discussion.	69
5.3. Deuxième partie : au niveau du centre de collecte.	76
5.3.1. Matériel.	76
5.3.2. Méthodes.	77
5.3.3. Analyse statistique des données.	80
5.3.4. Résultats.	81
5.3.4.1 Quantité de lait livré et fonctionnement de la livraison.	81

5.3.4.2. Matériel d'entreposage.	81
5.3.4.3. Température du lait.	82
5.3.4.4. Achat de détergent.	82
5.3.5. Discussion.	83
5.4. Conclusion.	85
5.5. Identification du système de nettoyage le plus rentable par rapport aux primes octroyées.	86
5.5.1. Matériel et méthodes.	86
5.5.2. Résultats.	88
5.5.3. Discussion.	89
CONCLUSION.	90
APPENDICES.	
A. Liste des symboles et des abréviations.	91
B. Fiches remplies au niveau du centre de collecte et des élevages.	92
C. Méthode de prélèvement.	98
D. Résultats bactériologiques des écouvillonnages des surfaces par élevage.	99
E. Calculs pour différentes tailles d'élevages.	103
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	106

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 4.1	Processus de formation du biofilm	35
Figure 5.1	Carte des ensembles physiques homogènes de la wilaya de Tizi-Ouzou et répartition des élevages visités.	51
Figure 5.2	Prise de température de l'eau servant au nettoyage.	53
Figure 5.3	Evaluation du volume des produits utilisés pour le nettoyage.	53
Figure 5.4	Gabarit pour l'écouvillonnage des vannes de vidanges.	55
Figure 5.5	Gabarit pour l'écouvillonnage du fond de la cuve, de la lame de l'agitateur et du fond des bidons.	55
Figure 5.6	Prélèvement au niveau du fond de la cuve.	55
Figure 5.7	Prélèvement au niveau de la lame de l'agitateur.	55
Figure 5.8	Prélèvement à l'intérieur de la vanne de vidange.	55
Figure 5.9	Prélèvement au niveau du fond d'un bidon.	55
Figure 5.10	Vache propre.	59
Figure 5.11	Vache peu sale.	59
Figure 5.12	Vache sale.	59
Figure 5.13	Vache très sale.	59
Figure 5.14	Salle d'entreposage propre.	60
Figure 5.15	Salle d'entreposage peu sale.	60
Figure 5.16	Salle d'entreposage sale.	60
Figure 5.17	Entreposage de la cuve à l'extérieur.	60
Figure 5.18	Entreposage de la cuve dans une étable.	60
Figure 5.19	Entreposage de la cuve dans le garage de voiture.	60
Figure 5.20	Ustensile d'entreposage en aluminium peu sale.	61
Figure 5.21	Cuve propre.	61
Figure 5.22	Ustensile d'entreposage en aluminium sale.	61
Figure 5.23	Cuve peu sale.	61
Figure 5.24	Ustensile d'entreposage en inox peu sale.	62
Figure 5.25	Cuve sale.	62

Figure 5.26	Mousse abondante lors du lavage.	72
Figure 5.27	Paroi intérieure d'un ustensile d'entreposage en aluminium avec des taches de corrosion.	75
Figure 5.28	Quantité de lait livrée par les éleveurs au centre de collecte.	81
Figure 5.29	Proportions des différents ustensiles utilisés pour l'entreposage du lait.	82
Figure 5.30	Ustensiles d'entreposage dans un bac de congélation	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Evolution de la production laitière.	15
Tableau 2.1	Principaux germes du lait cru.	20
Tableau 2.2	Critères microbiologiques relatifs au lait cru.	21
Tableau 3.1	Effet de la température sur le développement des bactéries dans du lait produit dans différentes conditions.	32
Tableau 4.1	Efficacité du nettoyage en fonction de la nature de la surface.	41
Tableau 5.1	Supports utilisés par les éleveurs lors du nettoyage de la cuve.	63
Tableau 5.2	Moyennes des concentrations des différents types de produits utilisés par les éleveurs pour le nettoyage de la cuve.	64
Tableau 5.3	Dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage des élevages utilisant les dégraissants ménagers.	66
Tableau 5.4	Dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage des élevages utilisant les détergents.	67
Tableau 5.5	Comparaison entre les résultats après nettoyage entre les élevages (détergents vs dégraissants ménagers).	68
Tableau 5.6	Résultats bactériologiques des eaux de puits.	73
Tableau 5.7	Nombre de sujets nécessaire pour l'estimation d'une prévalence en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée.	78
Tableau 5.8	Nombre de sujets nécessaire pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10%.	78
Tableau 5.9	Ancienne grille de paiement en fonction des résultats bactériologiques de la laiterie de la région.	86
Tableau 5.10	Nouvelle grille de paiement en fonction des résultats bactériologique de la laiterie à partir de mai 2010.	86

INTRODUCTION

En Algérie la situation de la filière lait est caractérisée par une faible offre en lait cru de production locale comparée à la consommation de la population. L'essentiel de la demande est satisfait par les importations [1, 2].

Actuellement les pouvoirs publics mettent l'accent sur l'augmentation des volumes de collecte qui restent encore insuffisants [1, 2]. Ajoutée à cette faiblesse des volumes de collecte, la qualité hygiénique du lait cru livré aux laiteries présente de fortes contaminations, de l'ordre de 10^7 UFC / ml [3].

Plusieurs facteurs interviennent dans la contamination du lait, à commencer par l'hygiène de la traite, du matériel de stockage du lait, le respect de la chaîne du froid et les délais de livraison à la laiterie [4, 5, 6].

Actuellement certaines laiteries d'envergure projettent de collecter du lait cru bactériologiquement acceptable pour leurs unités de transformation. A cet effet, des mesures de paiement à la qualité bactériologique du lait cru ont été récemment mises en place. Parallèlement, il a été mis à disposition des produits homologués pour le nettoyage-désinfection de tout matériel en contact avec ce lait.

Notre travail s'inscrit dans cette optique et il est divisé en deux parties :

-Une revue bibliographique faisant le point sur la production laitière en Algérie, les différentes sources de contamination, la flore bactérienne du lait cru et enfin le nettoyage désinfection du matériel en contact avec le lait ;

-Une enquête sur le terrain pour mieux cerner le nettoyage et désinfection des cuves de réfrigération et des ustensiles d'entreposage ;

CHAPITRE 1

PRODUCTION LAITIÈRE EN ALGERIE

1.1. Généralités :

La filière lait est caractérisée en Algérie par une assez faible offre locale comparée aux besoins de la population. L'essentiel de la demande est satisfaite par des importations de matières premières. Le cheptel bovin se répartit dans la partie nord du pays en zones littorale et céréalière avec quelques incursions dans les autres régions [7]. La production locale de lait est assurée à hauteur de 80% par le cheptel bovin ; le reste est constitué par le lait de brebis et de chèvre. La production cameline de lait reste marginale. La production laitière caprine s'effectue dans le cadre d'élevages extensifs localisés essentiellement dans des zones de montagnes steppiques [8].

1.2. Production du lait cru :

Elle reste le maillon faible de la filière laitière ; à travers les chiffres énoncés dans le tableau 1.1 nous remarquons que depuis 1996 la production laitière a connu une forte augmentation et connaît depuis 2004 une croissance annuelle de 7% pour atteindre 2,45 Milliards de litres/an en 2009 [2, 9].

Tableau 1.1 : Evolution de la production laitière [2, 9].

	1996	1998	2001	2002	2004	2005	2006	2008	2009
Prod (10 ⁶ L)	1100	1200	1637	1541	1915	2092	2244	2230	2450

1.3. Cheptel bovin laitier :

L'Algérie possède un potentiel de production représenté par 40 000 éleveurs laitiers disposant d'un cheptel de plus de 478 000 vaches [1, 2]. Ce potentiel de production est représenté par trois types de bovins laitiers :

- Le Bovin Laitier Moderne (BLM) : représenté par des races importées, hautement productives ; se localise dans les zones à fort potentiel d'irrigation, autour des villes [8]. En 2007 le BLM représentait environ 15% de l'effectif national et assurait environ 40% de la production locale de lait de vache [9].
- Le Bovin Laitier Amélioré (BLA) : issu du croisement entre la race locale (Brune de l'Atlas) et les races importées ; se localise dans les zones montagneuses et forestières [8]. En 2007 le BLA représentait plus de 23% de l'effectif national et produisait environ 20% du lait de vache local [9].
- Le Bovins Laitier Local (BLL) : représente 56% du cheptel national ; n'assure que 20% de la production [9].

1.4. Collecte du lait cru :

La collecte du lait cru en Algérie reste faible [4]. Bien qu'elle ait enregistré une progression ces dernières années. La collecte tourne autour de 314 millions de litres en moyenne [2]. Ces taux faibles s'expliqueraient par la faiblesse des quantités produites et de la dispersion géographique des éleveurs [10]

1.5. Industrie laitière :

L'industrie laitière en Algérie est une industrie de recombinaison. Elle fonctionne essentiellement à base de poudre de lait et de matière grasse de lait anhydre importés [10]. L'industrie laitière en Algérie est représentée par deux secteurs :

- Le secteur étatique : représenté par le Groupe Industriel de la Production Laitière (GIPLAIT) [10]. Ce groupe et ses 18 filiales dominent l'industrie laitière pour ce qui concerne le lait pasteurisé conditionné avec une

capacité de 1,4 Milliards de litres/an ; sa production est structurée à raison de 82% en lait pasteurisé et 18% en produits dérivés [1, 8].

- Le secteur privé : composé de quelques 120 PME/PMI avoisinant une capacité de 1 Milliard de litres/an, active particulièrement, dans la fabrication de produits laitiers (80%) et (20%) pour les laits de consommation. La production industrielle de ce secteur est basée essentiellement sur les importations [8].

1.6. Importation :

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb et le second pays du monde importateur de lait et de ses dérivés [11]. La filière lait est dépendante vis-à-vis des marchés extérieurs pour son approvisionnement. Ainsi, la couverture des besoins de la population est estimée à 3,2 Milliards de litres en moyenne [3]. Entre 2008 et 2009 ces importations ont connu une diminution de plus 30% passant de 1 285,68 à Millions de dollars 862,55 [12].

1.7. Circuits du lait cru:

Le lait cru produit localement suit deux circuits pour arriver jusqu'au consommateur, un circuit informel et un circuit formel.

- Le circuit informel : Il concerne l'autoconsommation ou la vente de proximité du lait cru et des produits laitiers fabriqués de manière artisanale [8].
- Le circuit formel: Il correspond à la vente du lait cru aux unités de transformation étatiques ou privées [9].

1.8. Politiques et stratégies :

Pour soutenir le prix public du lait ordinaire, vendu à 25 DA le sachet de 1 litre, l'état consacre une subvention de l'ordre de 15 Milliards de Dinars. Les différentes subventions de l'état pour la production laitière sont de l'ordre de [13] :

- 12 DA / litre pour les éleveurs ;
- 5 DA / litre pour le collecteur ;

- Une prime d'intégration de 4 DA / litre pour les transformateurs ;

1.9. Problèmes de la production laitière :

En Algérie, les capacités de transformation en instantané détenues par les deux secteurs (privé et étatique) suffisent largement pour traiter la production locale de lait cru [14].

Les problèmes du segment de la production sont :

- Déficit alimentaire dû à l'insuffisance des fourrages [7] ;
- Faible potentiel génétique [9] ;
- Un prélèvement élevé par les veaux (estimé à 50% pour la race locale et 15% pour les BLM) [9] ;
- Une forte autoconsommation (jusqu'à 80% de la quantité traite) [9] ;
- Faiblesse de la productivité des vaches importées comparativement avec leur pays d'origine ;
- Faibles technicité des éleveurs quant aux conduites d'élevage avec une majorité des élevages de type extensif [4] ;
- Persistance et enclavage du circuit informel ;

1.10. Conclusion :

La production locale de lait cru joue un rôle clé dans le cadre de la réalisation de l'autosuffisance en produits laitiers. Elle reste faible et ce malgré les efforts des pouvoirs publics. A toutes les contraintes entravant cette production (faible productivité, déficit alimentaire, faible technicité des éleveurs) s'ajoute une complète déconnexion du secteur industriel avec le secteur de l'agriculture. La filière lait aborde actuellement un nouveau tournant à savoir la réduction de la dépendance vis-à-vis de l'importation et une augmentation de l'intégration de la production locale ce qui s'est traduit par une baisse des importations de plus de 30% en 2009 [12].

CHAPITRE 2

MICROFLORE DU LAIT

2.1. Généralités :

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de «colostrum». Le lait sans indication de l'espèce de provenance correspond au lait de vache [15].

Chez les mammifères, l'unique aliment du nouveau-né est le lait : liquide physiologique extrêmement complexe, il est adapté pour chaque espèce aux besoins spécifiques de la croissance [16]. C'est un mélange très complexe :

- De matières grasses à l'état d'émulsion ;
- De protéines à l'état de suspension colloïdale ;
- De sucres et sels à l'état de solution vraie ;

De plus, il est riche en calcium et en phosphore, en vitamines et en enzymes [17]. Il contient aussi des micro-organismes et des cellules somatiques [18].

2.2. Microorganismes :

Les microorganismes occupent dans le domaine de la science et des technologies laitières une place déterminante et leur importance se situe aux trois niveaux : l'élaboration, l'altération et l'hygiène des produits. Ainsi les microorganismes retrouvés dans le lait peuvent être classés en germes utiles [19, 20, 21], germes responsables d'altération [22, 23, 24] et germes pathogènes [25, 26] que nous avons résumé dans le tableau 2.1 :

Tableau 2.1 : Principaux germes du lait cru.

Germes utiles	Germes responsable d'altération	Germes pathogènes
<p>bactéries lactiques : <i>Streptococcus</i>, <i>Pediococcus</i>, <i>Lactobacillus</i>, <i>Leuconostoc</i> <i>Lactobacillus</i> et <i>Bifidobacterium</i></p> <p>bactéries propioniques</p> <p>Levures : <i>Kluyveromyces</i>, <i>Geotrichum candidum</i>, <i>Debaryomyces</i>, <i>Candida</i>, <i>Yarrowia</i>.</p> <p>Moisissures : <i>Penicillium camemberti</i>, <i>Penicillium roqueforti</i>, <i>Mucor</i> .</p>	<p>Bactéries psychrotrophes : <i>Pseudomonas</i>, <i>Bacillus</i></p> <p>Bactéries sporulées : <i>Bacillus</i> et <i>Clostridium</i></p> <p>Coliformes</p>	<p><i>Escherichia coli</i> * <i>Brucella</i> <i>Staphylococcus aureus</i> ** <i>Streptococcus agalactiae</i>, <i>Streptococcus dysgalactiae</i>, <i>Streptococcus Uberis</i> <i>Salmonella</i>, <i>Yersinia</i>, <i>shigella</i> <i>Listeria</i> *** <i>Compylobacter</i> <i>Aspergillus parasiticus</i> <i>Fusarium</i> <i>Ochraceus</i>. <i>Clostridium botulinum</i> <i>Mycobacterium</i> <i>Coxiella brunetii</i></p>

* En Algérie, *Escherichia coli* a été isolé dans 17% et 21% des mammites bovines, respectivement [27, 21] et dans 30% du lait de circuit de vente directe [29].

** En Algérie, *Staphylococcus aureus* serait responsable de 50,55% et 77,77%, respectivement, des cas mammites [30, 31].

*** En Algérie dans une enquête dans la région centre, la présence de *Listéria monocytogenes* a été confirmée dans 1,9% du lait cru [32].

2.3. Aspect législatif :

Le lait destiné à la consommation doit répondre aux normes de la législation en vigueur, qu'il s'agisse de lait de collecte (élevages) devant subir une pasteurisation ou celui de vente directe (crémeries).

La législation Algérienne préconise un ensemble de critères (Décret N° 35 du JORA du 27 mai 1998) [33] représentés dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Critères microbiologiques relatifs au lait cru [26].

Lait cru	*n	***m
1. Germes aérobies à 30°C	1	10 ⁵
2. Coliformes fécaux	1	10 ³
3. Streptocoques fécaux	1	Abs/0,1ml
4. <i>Staphylococcus aureus</i>	1	Abs
5. Clostridium sulfito-réducteur à 46°C	1	50 spores
6. Antibiotiques	1	Abs

*n : Nombre d'unités / échantillon ; ***m : Le nombre minimal de micro-organismes trouvés (limite inférieure).

Ces critères sont des micro-organismes pathogènes pour l'homme et les animaux : ils proviennent par exemple du tube digestif, de la peau, des fosses nasales, des poumons ou des mamelles (staphylocoques à coagulase positive), du sol ou de l'eau (*Clostridium perfringens*). Quant aux antibiotiques, leur présence peut induire des accidents de fabrication (inhibition des ferments lactiques) ainsi qu'un risque pour la santé humaine (allergies, antibiorésistances).

2.4. Micro-organismes recherchés pour l'évaluation de l'hygiène des surfaces :

On peut distinguer les micro-organismes facilement caractérisables et les micro-organismes nécessitant un traitement préalable.

2.4.1. Micro-organismes facilement caractérisables :

Ce sont ceux que l'on soumettra à une culture directe, sans étape préliminaire. Classiquement on distingue trois catégories de bio-indicateurs :

-Les bio-indicateurs d'efficacité globale du nettoyage et de désinfection :

Il s'agit là principalement de la flore totale aérobie mésophile ou psychotrope. Dans ce cas le milieu de culture utilisé sera la Plate Count AGAR (PCA) [34].

Selon l'AFSSA [35] la flore aérobie mésophile :

- Est un indicateur du niveau général d'hygiène ;
- Reflète l'histoire du produit (mauvaise gestion du couple durée/température, rupture de la chaîne du froid)
- Cette flore peut comprendre des bactéries qui se multiplient à la température des réfrigérateurs ;

-Les bio-indicateurs témoins d'hygiène :

La population classiquement concernée est celle des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants. Ils seront caractérisés sur le milieu VRBL incubé selon le cas à 30°C ou 44°C, auxquels il faudra adjoindre la caractérisation d'*E. coli* [34].

-Les bio-indicateurs liés au risque « humain » :

Le plus fréquemment recherché est le staphylocoque pathogène [34].

2.4.2. Micro-organismes nécessitant une étape préliminaire :

Cette catégorie est représentée par des germes dont la recherche est plus délicate. On retrouve surtout les salmonelles et les *listeria*. En effet ces deux recherches requièrent la mise en œuvre d'étapes préliminaires d'enrichissement et de sélection [34].

2.5. Méthode de prélèvement des surfaces :

Pour l'évaluation de l'efficacité des procédures de nettoyage des surfaces en contact avec le lait les études en notre possession ont utilisé la flore totale aérobie mésophile comme principal bio-indicateur. Ainsi dans l'étude Malienne de BONFOH et al, 2006 [5] ; La flore aérobie mésophile totale et les entérobactéries

(pour des raisons de santé publique car le lait est vendu directement au consommateur sans aucun traitement préalable) ont été utilisées pour évaluer l'efficacité des procédures de nettoyage des surfaces des récipients en contact avec le lait cru au niveau des fermes et des points de vente et ce à l'aide de la technique de lavage des surfaces avec une eau stérile. Cette technique s'applique très bien à certains équipements comme les réservoirs, les bouteilles et les circuits [34]. Mais, selon SATO et *al*, [36] il n'est pas possible de corréler le nombre de bactéries ramené par l'eau de rinçage au nombre de bactéries en biofilm sur les surfaces. Selon PAEZ et *al*, [37] même si l'eau de rinçage finale du tank de réfrigération est parfaitement propre cela ne renseigne en rien sur la qualité bactérienne des surfaces il faudrait alors procéder à des écouvillonnages.

Dans une étude Brésilienne de FAGAN et *al*, [38] grâce à des écouvillonnages les auteurs ont utilisé à côté de la flore aérobie mésophile totale la flore psychrotrophe pour évaluer l'efficacité des procédures de nettoyage et de désinfection des cuves et bidons au niveau de la production.

Au niveau des unités de transformation DOLABELA-COSTA et *al*, [39] ont utilisé cette flore pour évaluer l'efficacité du nettoyage ainsi que pour comparer les résultats du dénombrement de la flore totale aux résultats de l'ATP-métrie. La technique d'ATP-métrie permet de détecter les contaminations microbiennes, mais aussi les sources non microbiennes d'ATP tel que les débris organiques et les résidus laitiers [40]. C'est une technique qui présente les avantages d'être rapide et relativement simple à l'usage.

L'écouvillonnage des surfaces offre l'avantage de s'appliquer à toutes les surfaces. Elle permet, en particulier, la mise en évidence des « nids microbiens » pouvant se former dans les recoins ou cavités ou sur les surfaces bombées [36].

Pour quantifier la flore présente, le champ de prélèvement doit être de surface bien délimitée. L'emploi d'un guide stérile, rectangulaire ou circulaire facilement stérilisable à l'intérieur duquel est pratiqué l'écouvillonnage, permet de s'assurer que toute la surface a bien été prélevée [34]. Les lieux de prélèvements au niveau de la cuve peuvent être représentés par la vanne de vidange, les parois, le fond, la lame de l'agitateur [37, 38].

2.6. Conclusion :

Le lait représente un aliment complet et diététique et un milieu de culture pour toute une panoplie de microorganismes. Pour une évaluation de l'efficacité globale du nettoyage des surfaces en contact avec le lait un bio-indicateur facilement caractérisable est nécessaire (FAMT) [27] ; avec une méthode de prélèvement permettant de mettre en évidence les biofilms microbiens (écouvillonnage) [29].

CHAPITRE 3

SOURCES DE CONTAMINATION DU LAIT CRU A LA FERME.

Le lait est synthétisé dans des cellules spécialisées de la glande mammaire et est pratiquement stérile quand il est sécrété dans les alvéoles de la mamelle [41]. Au-delà de cette étape de production du lait, la contamination microbienne peut se produire via différentes sources : l'animal, l'Homme, l'environnement et le matériel en contact avec le lait.

3.1. Animal :

3.1.1. Peau de l'animal :

Le sol, les fèces et toute autre salissure adhèrent à la peau et aux poils de la vache. Les poils, saletés et les poussières peuvent se retrouver dans le lait à la faveur des mouvements de la vache et de sa queue au cours des opérations de traite [42, 43].

3.1.2. Trayon :

A la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans de bonnes conditions, le lait contient peu de microorganismes (moins de 5 000 germes/ml et moins de 1 coliformes/ml) [15].

Les germes présents sur la peau des trayons et des canaux galactophores peuvent être véhiculés pendant la traite [44]. Les germes rencontrés au niveau de la peau du trayon sont : *Micrococcus* spp, *Staphylococcus* spp à coagulase négative, *Enterococcus* spp, coryneformes, *Bacillus* spp, coliformes et autres bactéries gram-négatif [45].

3.1.3. Infections intra-mammaires :

Lors de mammites, malgré les défenses locales, certains germes se développent en grand nombre dans la mamelle et passent dans le lait, même si cette excrétion mammaire n'est pas très importante : 10^4 à 2×10^4 germes totaux/ml ; elle peut atteindre parfois 2×10^5 à 3×10^5 germes totaux/ml et occasionnellement jusqu'à 10^7 germes totaux/ml. C'est le cas fréquemment de *staphylococcus aureus* et des streptocoques, de certaines entérobactéries (*E. coli*) et beaucoup plus rarement de *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*. Si le lait d'une vache contenant 10^7 bactérie/ ml représente 1% du lait d'un tank, le compte total du tank, en négligeant d'autres sources de contamination, serait 10^5 bactéries/ ml [46, 47].

Au niveau de la vache l'influence des mammites sur la teneur en germes totaux du lait dépend de l'agent pathogène et du stade d'infection. Ainsi, les mammites sub-cliniques surtout celles dues aux streptocoques (spécialement *streptococcus agalactiae*) seraient responsables de l'apport le plus important en microorganismes dans le lait [47]. Au niveau du troupeau l'apport en germes totaux dépend beaucoup plus de la taille du troupeau, du nombre de vaches atteintes de mammites et du ratio de lait mammiteux et non mammiteux trait [46]. En Algérie, une enquête sur huit fermes dans la région centre (Blida) fait ressortir une forte prévalence des infections sub-cliniques [48].

3.1.4. Autres infections :

Lors de maladies infectieuses non localisées exclusivement à la mamelle comme la tuberculose, la fièvre Q, salmonelloses, brucellose, paratuberculose et chlamydie, des germes peuvent être excrétés par la mamelle dans le lait et certains d'entre eux sont nocifs pour l'Homme [49, 50].

3.2. Homme :

L'Homme de par son contact quasi permanent avec les sources de contamination du lait cru et des pratiques qu'il effectue au cours de la traite peut être une source non négligeable de contamination. Ainsi les mains contaminées des trayeurs

peuvent ensemer dans le lait cru des bactéries telles que : *E. coli*, *Salmonella* spp, *Clostridium* spp, *Staphylococcus* spp et *Streptococcus* spp. De plus certaines pratiques (tremper les mains dans le lait pour lubrifier les pis, ou une mauvaise hygiène des trayeurs) contribuent à augmenter la charge microbienne du lait [43, 51, 52].

En Tunisie il a été signalé, outre la non élimination des premiers jets avant la traite, d'autres pratiques telles que la désinfection des trayons non suivi d'un essuyage et la traite des vaches à mammites en même temps que les vaches saines [53].

En Algérie il a été signalé certaines pratiques qui concourent aux fortes charges microbiennes (non élimination des premiers jets, lavage de toute la mamelle au lieu des trayons seuls et ce avec une lavette collective plongée dans de l'eau froide) [54].

3.3. Environnement :

3.3.1. Logement :

Les bâtiments d'élevage peuvent être contaminants du fait de leur imprégnation directe par les microorganismes issus du bétail, de l'introduction d'animaux sauvages et de l'eau utilisée pour les opérations de nettoyage. Dans les élevages avec une grande promiscuité entre les vaches cela peut augmenter le risque de souillures des mamelles par une concentration plus grande de fèces et par un plus grand contact des trayons avec la litière [55]. De plus la charge microbienne de l'air ambiant au niveau des bâtiments, surtout ceux servant à la traite et à l'entreposage du lait joue un rôle très important dans la contamination du lait [56].

3.3.2. Litière et sol :

La litière et le sol peuvent contenir une large variété de microorganismes originaires des fèces, des animaux, de l'homme, de l'alimentation et de l'eau.

Les litières sales et peu renouvelées peuvent servir de réservoir à la multiplication des microorganismes et se retrouvent dans le lait à la faveur des souillures des trayons [55, 56].

3.3.3. Alimentation :

L'alimentation joue un rôle important dans la contamination du bétail au niveau de la ferme et comme une source indirecte de contamination du lait cru par les bactéries et les moisissures [57, 58]. D'une façon générale le schéma de contamination aboutissant au lait pour tous les germes est le même que celui proposé par SANAA et al [59] pour *Listeria monocytogenes* :

- contamination des fourrages lors de la confection des ensilages, et multiplication en cas de mauvaise conservation ;
- ingestion de fourrage contaminé et excrétion fécale de *Listeria* par les vaches laitières ;
- contamination des litières par les fèces, puis contamination de la peau des trayons ;
- nettoyage insuffisant ou inefficace des mamelles et passage des *Listeria* dans le lait lors de la traite ;

Cependant, il faut signaler que certains germes ou toxines (aflatoxines), peuvent se retrouver dans le lait directement en empruntant la voie sanguine vers la mamelle et le lait [57].

3.3.4. Insectes et nuisibles :

Les insectes et les nuisibles (rongeurs), interviennent tout au long de la chaîne de production du lait cru, en contaminant l'aliment, l'eau et les bâtiments de production. Ainsi la mouche domestique (*Musca domestica*) est reconnue comme un vecteur important d'un très grand nombre de maladies humaines telles que les salmonelloses, le choléra, la shigellose et comme vecteur de germes dans les aliments crus [60].

3.3.5. Eau de l'exploitation:

L'eau occupe une place déterminante en élevage laitier. Quelle que soit son utilisation (eau de boisson ou de lavage) sa qualité doit être surveillée. D'une manière générale toute eau rentrant en contact avec des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale doit répondre aux normes de potabilité et doit être contrôlée régulièrement [55]. La pollution des surfaces lors du lavage des canalisations de l'installation de traite avec une eau de mauvaise qualité bactériologique risque d'induire la formation de biofilms bactériens susceptibles de provoquer la contamination du lait rentrant en contact avec ces surfaces [61, 62].

3.4. Matériel en contact du lait :

Le matériel en contact du lait bien que nettoyé et désinfecté après chaque traite n'est jamais stérile. Il est l'objet d'une colonisation par des flores bactériennes d'intérêt technologique, d'altération et pathogènes. Ainsi les microorganismes qui se déposent sur les surfaces du matériel de traite peuvent se multiplier et devenir une source majeure de contamination si ce matériel n'est pas nettoyé et désinfecté proprement [63, 64, 65].

La responsabilité prépondérante du matériel de traite dans la pollution microbienne du lait a été démontrée dans cinq exploitations dans la région de Rennes (France) et ce grâce à des rinçages totaux qui consistent à faire circuler 5 à 20 minutes 30 litre d'eau stérile dans la machine à traire. Ces rinçages ont démontré que la machine à traire serait responsable d'un apport allant de $1,8 \times 10^4$ à $1,7 \times 10^7$ UFC/ml [66].

FAGAN et al [38] ont mis en évidence la responsabilité du mauvais nettoyage du matériel en contact avec le lait (cuve et bidon) par des écouvillonnages de surface et ont ainsi trouvé des niveaux résiduels de l'ordre 8×10^6 et $3,2 \times 10^5$ UFC/cm² au niveau des fonds des cuves et des bidons respectivement.

BONFOH et al [5] ont mis en évidence que le mauvais nettoyage des récipients en contact avec le lait au niveau des fermes laissait des niveaux résiduels de contamination de l'ordre $4,1 \log_{10}$ UFC/ml et ce par un passage de 100 ml d'une solution stérile sur la surface des récipients.

3.5. Prévention contre la contamination du lait à la ferme :

Deux approches sont utilisées dans le monde pour garantir la sécurité des aliments : celle des Etats Unis d'Amérique où prédominent le contrôle et la stérilisation, et celle de l'Union Européenne qui privilégie la gestion de la qualité et de la sécurité tout au long de la filière de production «de la fourche à la fourchette» [51]. La gestion de la qualité par l'analyse des risques ou des dangers potentiels (approche HACCP), doit alors être appliquée à l'ensemble de la filière de la vache jusqu'au consommateur [67]. Cependant l'application d'une telle approche au niveau des fermes reste illusoire car les fermes représentent des milieux non homogènes qui diffèrent d'une ferme à l'autre [68].

En Algérie [54] il a été signalé la méconnaissance et le faible intérêt qu'accordent les éleveurs aux conditions hygiéniques de leur production et il a été recommandé des actions de vulgarisation auprès des éleveurs ainsi que l'instauration de paiement à la qualité du lait. Les recommandations préconisées ont été les suivantes :

- Traire les vaches dans des conditions d'hygiène et de calme et éviter tout incident susceptible de contaminer le lait tel que la chute des faisceaux trayeurs ;
- Préparation des trayons avec des lavettes individuelles ;
- Prendre le temps de faire le pré-trempage (30 seconde au moins) ;
- Séchage des trayons ;
- Le post-trempage avec un produit adapté ;
- Refroidissement du lait dans une cuve de réfrigération immédiatement après la traite et le maintenir à une température de 4°C jusqu'au moment de sa collecte ;

- Local d'entreposage du lait séparé de l'étable, propre, facilement nettoyable et n'ayant pas d'accès aux animaux et aux nuisibles ou de tout autre source de contamination ;
- Utilisation d'une eau potable pour le lavage des tanks, des bidons, des ustensiles et du chariot trayeur;
- Lavage du chariot-trayeur, du tank après chaque usage et avec des produits adaptés ;
- Les détergents et désinfectants utilisés lors des opérations de lavage/désinfection du matériel de traite doivent être efficaces, homologués et utilisés de manière raisonnable par les éleveurs ;
- L'eau de rinçage utilisée devrait être tiède (50° C en moyenne) ;
- Séchage du matériel en laissant les vannes ouvertes ;
- Le tank de réfrigération et ses accessoires doivent être en bon état de marche et assurer une réfrigération adéquate du lait jusqu'à sa collecte ;

- Réfrigération du lait :

La multiplication des micro-organismes naturellement présents dans le lait ne débute pas immédiatement après la traite en raison des propriétés bactériostatiques naturelles du lait. Cette protection est efficace pendant les heures qui suivent la traite. Il faut profiter de cette période pour refroidir le lait afin de freiner la croissance microbienne [15]. Un lait dont la FAMT initiale est inférieure à 10^4 , ne dépasse pas 10^6 germes par ml après 4 jours de conservation à une température inférieure à 4°C. Ce délai est ramené à 2 jours pour une FAMT initiale de 10^5 . A une température supérieure à 25°C, un lait de bonne qualité ne se conserve pas plus d'une journée [51].

Ce refroidissement freine donc la croissance bactérienne mais n'élimine pas les microorganismes présents dans le lait [51, 69]. Ainsi donc le stockage du lait à des températures de réfrigérations et une bonne hygiène comme illustré dans le tableau 3.1 permettent de ralentir la multiplication bactérienne dans le lait [70].

Tableau 3.1 : Effet de la température sur le développement des bactéries dans du lait produit dans différentes conditions [70].

Conditions de production	Température de stockage (°C)	Nombre de bactéries (10 ³)/ml		
		Lait frais	Après 24h	Après 48h
Vaches, environnement et ustensiles propres	4,5	4	4	4,6
	10,0	4	14	128
	15,5	4	1600	33000
Vaches propres, environnement et ustensiles sales	4,5	39	88	122
	10,0	39	180	832
	15,5	39	4500	99100
Vaches, environnement et ustensiles sales	4,5	136	282	540
	10,0	136	1200	13700
	15,5	136	24700	640000

3.7. Conclusion :

La contamination bactérienne du lait cru au niveau de la ferme est inévitable. De nombreux facteurs interviennent dans la contamination du lait cru à commencer par l'animal, l'Homme, l'environnement, le matériel et l'eau en contact avec le lait. Le stockage du lait crû sous réfrigération et une bonne hygiène du matériel en contact avec le lait au niveau des fermes permettent de freiner la multiplication bactérienne et ainsi avoir un lait de bonne qualité bactériologique.

CHAPITRE 4

NETTOYAGE ET DESINFECTION

4.1. Généralités :

Les deux mamelles de l'hygiène sont le nettoyage et la désinfection. Le nettoyage consiste à éliminer d'une surface donnée, toute souillure visible ou invisible pouvant s'y trouver. Ceci est réalisé par la détergence [71]. La désinfection par définition est une "opération au résultat momentané, permettant d'éliminer ou de tuer les microbes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes, en fonction des objectifs fixés" [72].

4.2. Souillures :

Les souillures sont des impuretés de dimension plus ou moins importante, mais généralement macroscopiques. Ce sont des associations complexes et en proportions variables de matières inertes (minérales et organiques) et de matières vivantes (bactéries, virus, levures). Cependant, un deuxième groupe de souillures peut apparaître sans aucune relation avec le lait : précipitation des sels de dureté de l'eau, usures métalliques, résidus de détergents [73, 74].

4.2.1. Principaux types de souillures :

4.2.1.1. Souillures organiques :

Ce sont généralement des dépôts de composition complexe, incluant les lipides, les glucides et les protides contenus dans le lait [74, 75]. Les souillures glucidiques sont facilement éliminables du fait de leur très grande solubilité dans l'eau [76]. Les souillures dues aux matières grasses et aux protéines du lait sont insolubles dans l'eau, l'utilisation d'eau chaude et de bains alcalins est nécessaire à leur élimination [76].

4.2.1.2. Souillures minérales :

Il s'agit quasi exclusivement du tartre issu du carbonate de calcium contenu dans certaines eaux dites dures et de la pierre de lait, qui est une combinaison de sels de calcium et de magnésium, provenant de l'eau et des protéines et des matières grasses du lait [74, 75]. Leur dissolution est obtenue dans des bains acides [76].

4.2.1.3. Souillures bactériologiques : (biofilms)

4.2.1.3.1. Définition :

Un biofilm est une communauté microbienne qui s'accumule sur une surface, y adhère et la colonise. Elle est ancrée dans une matrice constituée de 98 à 99 % d'eau et de polymères organiques extracellulaires. C'est dans les biofilms que l'on rencontre en très grande majorité les microbes ; ceux non fixés aux surfaces représentent une exception [75, 76, 77].

4.2.1.3.2. Formation :

Les surfaces agroalimentaires après un nettoyage non suivi d'une désinfection, ou suivi d'une désinfection insuffisante, ou encore après une désinfection non précédée d'un nettoyage présentent un milieu propice à la formation de biofilms microbiens [78, 79]. Cette formation peut être décrite par la figure 4.1 :

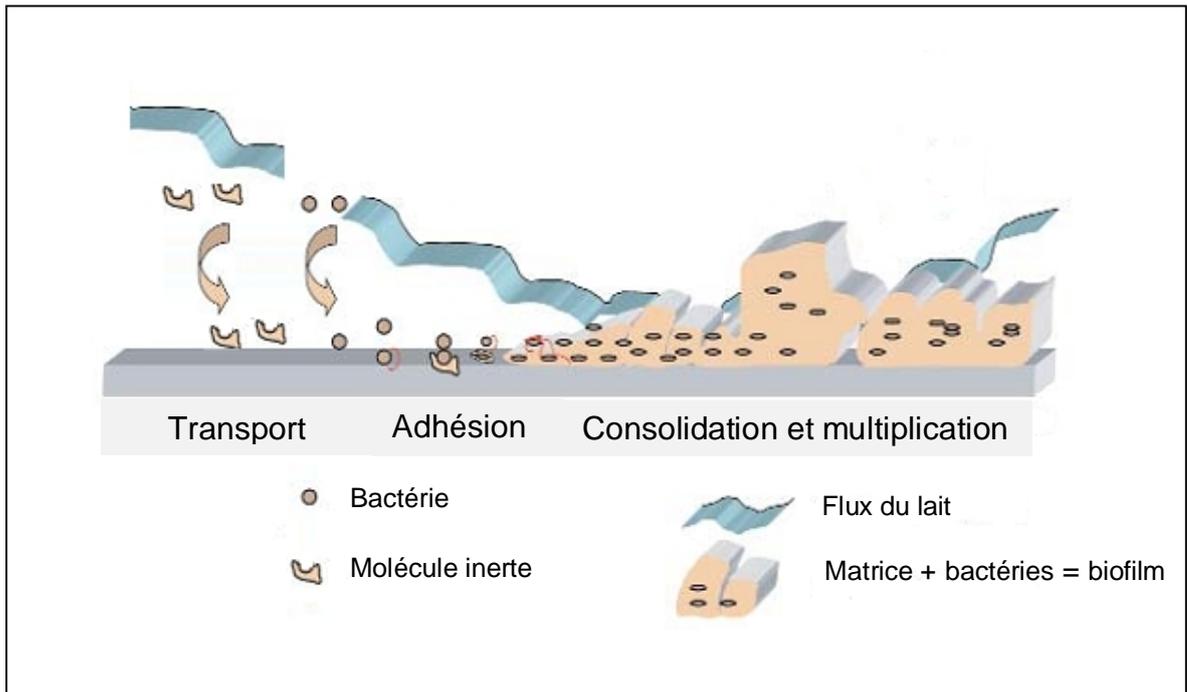


Figure 4.1 : Processus de formation du biofilm (adapté de LAITHIER, 2005 [79])

Les molécules inertes, organiques ou non, du lait s'adsorbent spontanément à la surface et forment un film qui favorise l'adhésion des micro-organismes à la surface [78, 79]. Les bactéries apportées par le flux du lait se dirigent vers la surface pour s'y adsorber en première phase et s'y encrent définitivement en seconde phase et ce grâce à la production d'exo-polymères, de type polysaccharidique ou glycoprotéique [78, 79]. Les polymères formés par chaque germe finissent par fusionner et former une matrice muqueuse (glycocalyx), étape ultime de la formation du biofilm [78]. Le biofilm ainsi formé subit une croissance et devient contaminant pour le lait [78, 79].

4.2.2. Conséquences :

La nature des souillures va directement conditionner le nettoyage, que ce soit aussi bien au niveau du produit utilisé que de la manière technique dont le nettoyage est réalisé [80]. La présence de dépôts minéraux et organiques favorise la multiplication bactérienne ainsi que la formation de biofilms qui résistent à l'action des biocides [78, 81, 82].

4.3. Produits de nettoyage et de désinfection:

Les détergents augmentent la mouillabilité des surfaces à nettoyer, décollent les dépôts de lait, dissolvent les protéines du lait, émulsionnent les matières grasses et aident à l'élimination de toutes les autres salissures [83]. Par contre l'activité du désinfectant peut être bactéricide, sporicide, fongicide et/ou virucide [84].

En Algérie, les produits formulés commercialisés pour le nettoyage du matériel de traite sont représentés par des détergents alcalins chlorés (qui induisent un effet détergent et désinfectant combinés), et des détergents acides à base d'acides minéraux en général. Tensio-actifs, complexant, inhibiteurs de corrosion et agent anti-mousse sont généralement incorporés à l'ossature acide ou alcaline de ces produits.

4.3.1. Produits de nettoyage alcalins :

Le rôle des produits de nettoyage alcalins est de dissoudre les matières grasses et de dégrader les protéines en peptides et en acides aminés pour les solubiliser [85]. Ils sont représentés par quatre sous classes : alcalins forts, moyens, doux et chlorés.

4.3.1.1. Alcalins forts :

Les alcalins forts sont représentés par la soude et la potasse caustique et les silicates. Les silicates sont moins puissants et sont utilisés comme inhibiteurs de corrosion pour les matériaux comme l'aluminium [86]. Les alcalins forts ont une action très puissante sur les souillures laitières [85]. Leur utilisation est limitée sur les métaux mous (aluminium) et le caoutchouc du fait de leur effet corrosif [87]. Leur utilisation est toujours associée à un séquestrant, pour éviter la formation de sels de calcium insolubles, ainsi qu'à des agents mouillants car leurs propriétés mouillantes et pénétrantes sont faibles [87, 88].

4.3.1.2. Alcalins moyens :

Représenté principalement par les phosphates [87]. Les plus utilisés pour le matériel de traite sont les polyphosphates en association avec la soude caustique

[84]. Ils présentent d'excellentes propriétés détergentes et complexantes, cependant à chaud, ils perdent de leur efficacité [87].

4.3.1.3. Alcalins doux :

Les carbonates sont les principaux représentant de cette sous classe [81]. Le plus utilisé est le carbonate de sodium, qui est utilisé seul ou en combinaisons avec des alcalins forts dans les formulations pour le nettoyage manuel de surfaces en aluminium [87].

4.3.1.4. Alcalins chlorés :

Le recours aux alcalins chlorés se fait généralement pour décoller les résidus protéiques du lait. La source de chlore est apportée par l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) pour les préparations liquides et par les dichloroisocyanurates pour les poudres. La basicité est apportée par la soude ou la potasse caustique [81]. Les produits chlorés ont un effet bactéricide qui est basé sur une pénétration chimique et une action oxydative sur les enzymes essentielles des micro-organismes. Ils sont connus pour être très actifs sur la plupart des bactéries, moisissures, et virus. Le chlore agit sur la matrice d'exo-polysaccharides (glycocalix) qui entoure les biofilms bactériens. Sur les spores, le chlore agit au niveau de la tunique puis du cortex de la spore et lui fait perdre sa capacité de germination [87, 88, 89]. Le chlore dans la solution de lavage ne joue pas uniquement le rôle de désinfectant, mais également celui d'un agent oxydant favorisant le décollement des protéines issues du lait [81]. Ces produits sont irritants et ne doivent jamais être mélangés avec des produits acides. De plus ces produits sont à proscrire sur le matériel en aluminium [81].

4.3.2. Produits acides :

Les produits de nettoyage acides ont pour but de dissoudre les résidus minéraux résultant du lait, de l'eau ou des réactions chimiques : eau + lait et eau + lait +

produits de lavage alcalins [87, 90]. Ils sont représentés par deux sous classes : les acides minéraux et les acides organiques.

4.3.2.1. Acides minéraux :

Les acides minéraux sont les ingrédients les plus utilisés dans la formulation des produits de lavage dans l'industrie laitière. Les plus utilisés sont l'acide phosphorique (acide faible), l'acide nitrique et l'acide sulfamique (des acides forts) ou un mélange d'acide nitrique et phosphorique [90].

4.3.2.2. Acides organiques :

Non corrosifs, ne présentent pas de danger particulier, possèdent un très bon pouvoir séquestrant [80]. Les principaux acides organiques utilisés pour les souillures laitières sont : l'acide lactique, l'acide citrique et l'acide acétique. L'acide citrique est particulièrement utilisé en remplacement de l'acide phosphorique [90].

4.4. Additifs de lavage :

Dans les formulations des produits de lavages des composés viennent augmenter l'efficacité de l'agent chimique principale. Ces composés sont les agents de surfaces tensioactifs, les agents anti-tartre, les antimoussants, les dispersants et les inhibiteurs de corrosion.

4.4.1. Tensioactifs ou agents de surface :

Ces produits peuvent fréquemment être incorporés dans la composition des produits alcalins ou acides [87]. Ils ont la particularité de conférer à ceux-ci le pouvoir d'abaisser la tension superficielle de l'eau, réduisant ainsi sa tendance à former des gouttes et des perles sur les surfaces nettoyées (augmentation du pouvoir mouillant) [87].

4.4.2. Agents anti-tartre :

Pour éviter la formation de dépôts minéraux sur les surfaces nettoyées, un détergent contiendra des agents anti-tartre qui pourront être des séquestrants, ou des inhibiteurs d'entartrage [80].

4.4.2.1. Séquestrants ou chélatants:

Ce sont des composés organiques multifonctionnels qui ont la propriété de fixer les ions alcalino-terreux et les métaux, surtout le calcium et le magnésium responsables de la dureté de l'eau, évitant ainsi leur précipitation ou leur dépôt sur les surfaces [80].

Les séquestrants les plus importants sont:

- Les polyphosphates ;
- Les gluconates ;
- Les glucoheptonates ;
- Les sels de L'EDTA (acide éthylènediaminetétracétique) ;

4.4.2.2. Inhibiteurs d'entartrage (dispersants) :

Ils agissent par effet de dispersion des sels de calcium et de magnésium. Ils empêchent l'incrustation des cristaux insolubles à la surface. Les dispersants ont l'avantage d'être efficaces à faible dose, leur association avec des produits fortement alcalins et/ou caustiques est intéressante [80].

4.4.3. Inhibiteurs de corrosion:

Essentiels pour prolonger la durée de vie du matériel lavé avec des solutions acides ou alcalines. Les silicates sont les plus utilisés [71, 80].

4.4.4. Les antimoussants :

Utilisés surtout dans les produits de lavages destinés au nettoyage automatique. L'huile de silicone est la plus utilisée [85].

4.5. Mise en œuvre des produits de nettoyage et de désinfection :

Lors de la conception des produits de nettoyage, certains facteurs clefs sont à prendre en compte : la nature de la souillure à éliminer, la nature du support à nettoyer, la qualité de l'eau utilisée sur le site et les facteurs pouvant influencer la cinétique du détergent (température de nettoyage, action mécanique concentration et temps de contact) [80].

4.5.1. Nature et type de souillure :

L'âge des souillures influe nettement sur le nettoyage des surfaces. La teneur en eau des souillures a un impact sur la vitesse de nettoyage. Une souillure desséchée s'élimine plus difficilement qu'une souillure hydratée [71]. Les souillures de petite taille sont plus difficiles à éliminer que les souillures de plus grande taille [80].

4.5.2. Nature de la surface :

La nature de la surface intervient par sa mouillabilité, son degré de rugosité et la corrosion des matériaux.

-La mouillabilité :

La mouillabilité est l'aptitude d'un matériau à laisser une solution (eau, détergent ou désinfectant) adhérer à sa surface [71]. Plus la mouillabilité du matériau augmente, plus le nettoyage sera rapide et facile. C'est le cas notamment du verre et des aciers, contrairement aux matériaux comme le plastique [91].

-Rugosité :

Une surface abîmée ou usée voit sa rugosité augmentée. Les souillures peuvent épouser les contours des rugosités, augmentant d'autant plus la surface de contact pour de nouvelles souillures et engendrant ainsi une forte adhésion [73, 91]. Voir tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Efficacité du nettoyage en fonction de la nature de la surface [73].

	Efficacité du nettoyage (base 100)	Type de surface	
Efficacité ↑	100	Verre	↓ Rugosité
	80	Inox	
	70	Aluminium	
	30	Caoutchouc	
	20	Matière plastique	

-Corrosion :

L'aspect rugueux, les rayures, les fissures sont la conséquence de la corrosion des matériaux. Même si au départ un matériau était parfaitement lisse, avec le temps et l'usage, il finit par présenter une surface propice à l'encrassement et difficile à nettoyer [92].

4.5.3. Eau :

L'eau est le composant majeur de tous les produits de nettoyage et de désinfection. La présence de solides suspendus dans l'eau, de microorganismes, de minéraux ou autres composants dissous peuvent avoir une influence considérable sur l'efficacité du nettoyage [71].

-Qualité microbienne de l'eau :

Une eau polluée par des germes diminue l'efficacité du produit. Ce dernier est en partie consommé par les germes contenus dans l'eau de dilution, si bien qu'il se retrouve en plus faible concentration et ne peut plus agir sur la totalité des bactéries se trouvant sur les surfaces [63, 83].

-Dureté de l'eau :

La dureté de l'eau pose beaucoup de problèmes lors de l'utilisation de celle-ci, tels qu'une désactivation des produits, formation de tartre de carbonate et d'hydroxyde de magnésium [93, 94, 95].

-pH :

Le pH de l'eau peut provoquer l'usure des matériaux ou encore dévier l'action des produits de désinfection c'est le cas notamment des produits chlorés qui deviennent corrosif à pH = 8,5 [87]. Les produits détergents alcalins ne subissent en général pas d'effet du pH de l'eau, car leur pH excède celui de l'eau qui se situe normalement entre 6,5 et 8,5 [80].

4.5.4. Facteurs influençant l'efficacité des produits :

Pour un nettoyage d'efficacité optimale il faut procéder avec TACT. Cet acronyme désigne les quatre facteurs ayant une influence directe sur le lavage :

- La température d'utilisation du produit;
- L'action mécanique ou manuelle liée au support de nettoyage ;
- La concentration du produit ;
- Temps de contact;

-Température de nettoyage :

Les produits de nettoyage voient leur activité optimisée dans une plage de température fixée par le fabricant [71]. Dans le secteur laitier, les températures préconisées pour la préparation des solutions détergentes alcalines se situent entre 43 et 77°C et peuvent atteindre jusqu'à 95°C lors de l'utilisation de la méthode eau chaude acidifiée [63, 96]. Au-delà, il y a volatilisation des constituants des détergents, accélération des dépôts minéraux et adhérence des résidus de protéines par cuisson [63].

-Action mécanique :

Cette action permet d'augmenter et de faciliter le contact entre les salissures et la solution détergente [71]. Cette action mécanique peut être provoquée par l'augmentation de la turbulence dans les canalisations, l'agitation des pièces à nettoyer, la pression exercée (brosse, jets à moyenne et haute pression) [78]. D'une manière générale, l'action mécanique tend à augmenter la pénétration du détergent dans la souillure [63].

-Concentration :

Tout produit de nettoyage possède une concentration optimale d'utilisation, déterminée lors d'essais par le fournisseur [84]. Une fausse idée reçue serait de dire que plus le détergent est concentré, plus il est efficace [71]. En effet, au dessus d'une certaine concentration, il y a risque de corrosion, de difficulté de rinçage, de résidus et de toxicité pour l'opérateur et pour l'environnement [97]. En dessous les effets escomptés n'auront pas lieu [96].

-Temps de contact :

Les réactions chimiques aboutissant au nettoyage et à la désinfection ne sont jamais instantanées [98]. Le détergent une fois appliqué sur les surfaces, doit avoir une durée d'action optimale de 20 à 30 minutes [71]. En deçà, le produit n'aurait pas le temps d'agir, au delà, il sécherait [96].

4.6. Limites des opérations de nettoyage et de désinfection :

4.6.1. Résistance microbienne aux agents de désinfection :

Les biocides possèdent de nombreux sites d'action sur les micro-organismes contrairement aux antibiotiques, cette faculté empêche le développement de résistance vis-à-vis des molécules désinfectantes ; néanmoins des résistances enzymatiques ont été signalées vis-à-vis des ammoniums quaternaires, des phénols, des amphotères et des cationiques [78, 97].

4.6.2. Protection offerte par les biofilms :

Le biofilm confère aux micro-organismes une résistance au nettoyage et à la désinfection plus grande que ceux en suspension. Cette résistance augmente avec l'âge du biofilm [98]. Il en existe différents mécanismes :

- Adhésion ferme du biofilm à la surface grâce au glycocalyx, ce qui limite l'action détergente [78] ;
- L'obstacle à la pénétration du désinfectant par le glycocalyx [78] ;
- Fixation des molécules du désinfectant par les polysides du glycocalyx [98];
- Changement physiologique des bactéries au sein du biofilm leur permettant de résister aux molécules désinfectantes [78, 98]. ;

4.7. Nettoyage des tanks de réfrigération :

Mal nettoyé, le tank devient rapidement une source importante de contamination qui peut annihiler les soins pris au niveau de la production et les effets de la réfrigération [22].

4.7.1. Organisation des opérations de nettoyage du tank de réfrigération :

Le choix du régime de nettoyage dépend des habitudes et règlements de chaque pays, des coûts relatifs d'énergie pour l'eau chaude et de la disponibilité et

l'efficacité des produits et enfin de la taille des troupeaux. En Algérie, l'absence d'une réglementation régulant les opérations de nettoyage au niveau des fermes laisse le soin aux éleveurs de décider de leurs routines.

REINMANN et *al* [63] décrivent les routines de nettoyage à travers le monde :

-En France, en Hollande et dans beaucoup de pays d'Europe, le régime standardisé de nettoyage consiste en un pré-rinçage avec de l'eau tiède (35-45°C), un nettoyage- désinfection combiné avec un détergent alcalin (8 -10 minutes) suivi d'un rinçage avec de l'eau froide. Un semblable régime est utilisé avec une solution acide une ou deux fois par semaine ou une fois par jour selon la dureté de l'eau.

-En Nouvelle Zélande c'est une eau bouillante acidifiée (alternée périodiquement par un détergent alcalin) suivi d'un rinçage à l'eau froide.

-Au Danemark la routine consiste en un pré-rinçage, détergent alcalin, rinçage à l'eau froide, rinçage acide et enfin un rinçage final avec une eau potable.

4.7.2. Pratique :

Les tanks peuvent être nettoyés selon deux procédés fondés sur le même principe. L'un est manuel, l'autre qui est automatique a l'avantage de réduire l'intervention humaine d'où une économie de temps et d'efforts [63, 99]. Le nettoyage manuel étant une opération assez pénible et fastidieuse, les éleveurs ont souvent tendance à le simplifier ou à l'alléger, ce qui est impossible à faire avec un nettoyage automatique programmé [96].

4.7.2.1. Pré-rinçage :

Le pré-rinçage est indispensable et a pour but d'éliminer 90% à 99% des restes de lait et d'éviter qu'ils ne sèchent, ce qui rendrait beaucoup plus difficile l'action mécanique et détergente [99, 96].

Juste après vidange du lait, il est procédé à un rinçage du tank à l'eau potable [85]. La vanne d'évacuation doit être ouverte mais doit être plusieurs fois manœuvrée [63]. L'emploi du jet sous pression facilite le pré-rinçage [85].

4.7.2.2. Lavage-brossage ou nettoyage-désinfection :

La solution de nettoyage (détergent alcalin chloré) est préparée dans un seau, généralement en matière plastique [99]. La vanne d'évacuation étant fermée, il est procédé alors au brossage énergétique des parois intérieures du tank en procédant de haut en bas [63]. L'agitateur, le rebord du tank, le couvercle doivent être bien nettoyés [96]. Ne pas oublier que des restes de lait provenant notamment d'éclaboussures souillent fréquemment les parties supérieures du tank et le couvercle, qui ne sont pas en contact direct avec le lait. Il ne doit, après brossage, rester aucune impureté visible. La solution détergente est ensuite évacuée [99]. Les parties amovibles du tank telle que la vanne de vidange sont démontées et soigneusement brossées [63].

Le pH de la solution d'utilisation devra être compris entre 11 et 12 pour avoir à la fois un effet détergent et désinfectant combiné [85]. La température de l'eau de lavage doit être comprise entre 43 et 77°C. Une température trop froide fera solidifier les matières grasses sur les surfaces, mais une température plus chaude fera dénaturer (cuisson) les protéines, ce qui rendra leur élimination et l'action du détergent plus difficiles [63, 96].

4.7.2.3. Rinçage :

Se fait par un copieux rinçage à l'eau potable. Si celle-ci n'est pas potable, il convient de lui ajouter une cuillère à soupe (environ 15 ml) d'eau de javel du commerce (à 12° chlorométrique environ) pour 10 litres d'eau [63, 99].

4.7.2.4. Nettoyage acide :

Un cycle de nettoyage acide est effectué pour enlever des dépôts minéraux de l'eau de lavage et du lait. Ce peut être un nettoyage avec de l'eau froide ou chaude. La fréquence exigée de rinçage acide dépend de la dureté de l'eau utilisée pour nettoyer [63, 99].

4.7.2.5. Séchage :

Après chaque lavage les ouvertures de la cuve (couvercle, vanne de vidange) doivent être laissées ouvertes pour sécher et ne laisser aucune trace d'eau résiduelle [63, 99].

4.11. Conclusion :

Les opérations de nettoyage et de désinfection, même si elles sont bien réalisées ne garantissent pas toujours l'innocuité des surfaces vis-à-vis du lait ni la régularité des résultats attendus. En effet, le résultat du nettoyage est dépendant, en plus du protocole de nettoyage et de désinfection, de l'état des surfaces et de l'eau utilisée pour le nettoyage

5. PARTIE EXPERIMENTALE

5.1. Problématique et objectifs :

A l'issue de notre étude bibliographique, il ressort que le nettoyage du matériel en contact avec le lait cru en amont de la production et la réfrigération jouent un rôle prépondérant dans la contamination du lait [5, 6]. Les publications les plus récentes qui se sont intéressées aux pratiques de nettoyage des récipients en amont de la production l'ont fait en vérifiant tous les points critiques de contamination, en allant du pis de la vache jusqu'au point de vente [5, 6, 38].

Les auteurs de ces travaux ont utilisé comme bio-indicateurs : la flore totale et les entérobactéries [5], la flore totale et la flore psychrotrophes [38], en même temps que des techniques de prélèvements différentes : lavage avec une eau stérile [5], écouvillonnage [38].

Au niveau, national nous n'avons pas trouvé de publication ayant trait aux routines de nettoyage et de désinfection des ustensiles en amont de la production hormis deux [3, 54]. En effet, une étude sur les citernes de collecte du lait démontra que le lait parvenant au niveau des laiteries présente de fortes charges bactériennes de l'ordre de 10^5 et 10^7 UFC/ml [3].

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche scientifique intitulé « Contamination bactérienne du lait cru en amont de la production ». Nous avons choisi de travailler sur un des maillons de cette « chaine de contamination », à savoir le nettoyage des tanks de réfrigération du lait cru et des ustensiles d'entreposage au niveau des fermes, en utilisant la technique d'écouvillonnage humide d'une surface et en utilisant la flore totale comme bio-indicateur de l'efficacité globale de nettoyage et de la désinfection [5,35, 34, 38].

-Région d'étude :

Notre région d'étude se situe au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou qui est située sur le littoral centre. Elle s'étend sur une superficie de 2958 Km². C'est une vaste région montagneuse subdivisée en 21 daïras et 67 communes [100]. Elle dispose d'un effectif bovin de 86 396 têtes dont 44% sont des vaches laitières. Les vaches dites B.L.M représentent 33% du total des effectifs laitiers, le reste est représenté par les B.L.A et B.L.L [101]. La production laitière au niveau de la wilaya représente près de 80 millions de litres/an dont uniquement 30 millions sont collectés (37,5%). Le nombre d'élevages collectés est de 1862 dont 273 d'entre eux sont munis de cuve de réfrigération soit 14, 66% [101].

Nous avons choisi la région de Fréha, qui dispose d'un centre important de collecte dans la vallée du Sébaou de la grande Kabylie et qui livre intégralement le lait collecté à une laiterie ayant instauré très récemment le paiement sur la qualité bactérienne du lait.

Le centre de Freha réceptionne à lui seul plus de 3 millions de litres/an, ce qui en fait l'un des plus importants centres de collecte de la région. Le centre réceptionne le lait livré par les éleveurs eux même (ustensiles) et se fait livrer par 5 collecteurs avec des pick-up munis de cuves isothermes.

Objectifs :

Cette étude s'est déroulée sur une période allant de juillet 2009 à avril 2010, et a été subdivisée en trois parties :

1. Une première partie au niveau des fermes, qui a visé les objectifs suivants :
 - a) Caractérisation des pratiques de nettoyage des cuves de réfrigération et des ustensiles d'entreposage au niveau des fermes ;
 - b) Evaluation de l'efficacité de ces pratiques ;
2. Une deuxième partie complémentaire au niveau du centre de collecte, qui a visé les objectifs suivants :

- a) Détermination des proportions des différents types d'ustensiles d'entreposage servant à la livraison du lait.
- b) Température du lait à la livraison ;
- c) Détermination du nombre d'éleveurs procédant à l'achat de détergents adaptés pour leurs matériels ;

3. Une troisième partie qui porte sur l'identification du système de nettoyage le plus rentable par rapport aux primes octroyées.

5.2. Première partie au niveau des fermes :

5.2.1. Caractérisation des pratiques de nettoyage des cuves et des ustensiles d'entreposage:

5.2.1.1. Matériel :

Population cible :

Une pré-enquête au niveau du centre de Freha au mois de juillet 2009 a révélé que le centre se faisait desservir par 15 élevages munis de cuves de réfrigération sur les 101 qui livraient leur lait au centre de Freha. Cette partie est une enquête transversale à un moment donné au niveau de ces 15 élevages (voir figure 5.1).

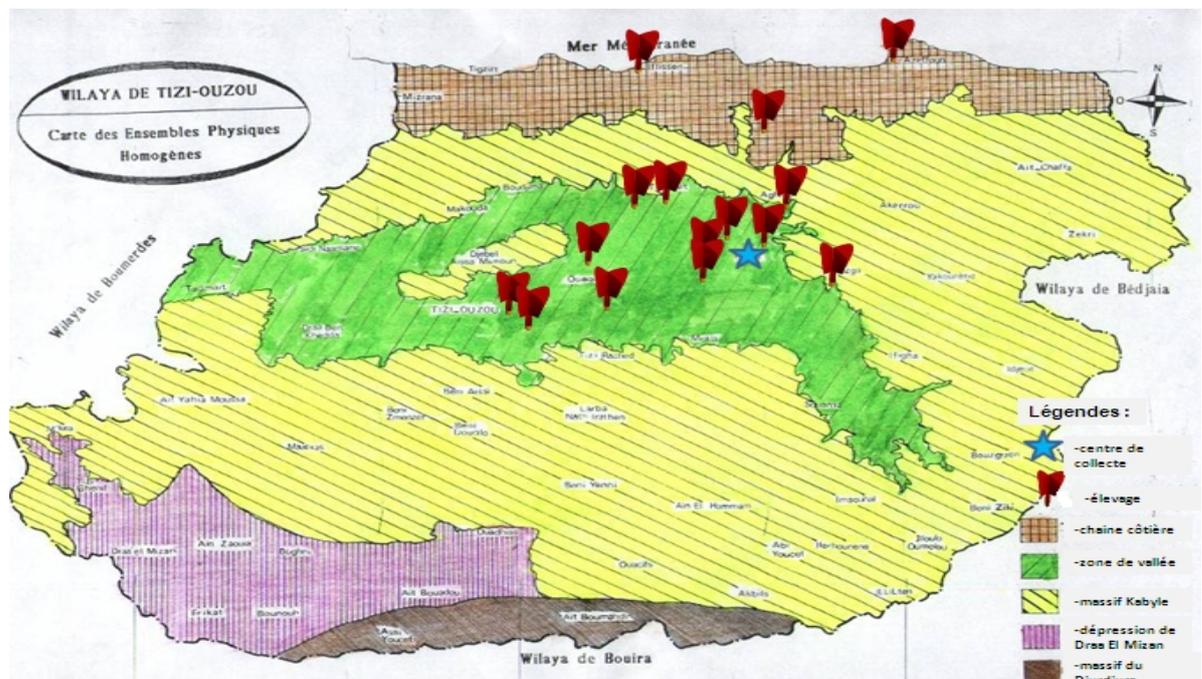


Figure 5.1 : Carte des ensembles physiques de la wilaya de Tizi-Ouzou et répartition des élevages visités (adaptée de l'ONS 2009 [100])

-Visites d'élevages selon des fiches :

Des visites de 15 élevages munis de cuve de réfrigération ont été effectuées, sachant que des instructions ont été données par le chef du centre aux éleveurs de ne pas

laver leurs cuves jusqu'à notre arrivée (deux heures après la livraison du lait au centre en moyennes).

Des fiches portant sur l'état de propreté des vaches, des locaux d'entreposage, du matériel d'entreposage, de l'origine de l'eau lavage ainsi que sur les pratiques que suivent les éleveurs pour le nettoyage-désinfection des cuves et des ustensiles ont été remplies (Cf. Annexe B).

Outre les fiches, nous avons utilisé le matériel suivant :

- ✓ Thermomètre ;
- ✓ Flacon gradué (100 ml);
- ✓ Chronomètre ;

5.2.1.2. Méthodes :

Les fiches ont été remplies de différentes manières :

- Observation directe ;
- Questions ouvertes aux éleveurs ;
- Détermination des concentrations des produits utilisés lors du nettoyage ;
- Prise de température de l'eau de lavage ;
- Chronométrage des différentes étapes du lavage des cuves et des ustensiles

La prise de température de l'eau de nettoyage s'est faite à l'aide d'un thermomètre plongé dans l'eau pendant une minute (voir figure 5.2).

Le chronométrage des différentes étapes du lavage s'est fait à l'aide du chronomètre. Pour les ustensiles d'entreposage, le chronométrage s'est effectué sur la totalité des ustensiles au niveau des fermes ensuite nous avons divisé les résultats par le nombre d'ustensiles à l'aide de l'équation suivante :

Durée pour 1 ustensile = durée pour l'ensemble des ustensiles / nombre d'ustensiles

La détermination des doses des produits utilisés s'est faite comme suit :

- Détermination du volume du produit utilisé à l'aide d'un flacon gradué (voir figure 5.3) ;
- Calcul du rapport entre le volume du produit utilisé et le volume de l'eau de dilution selon l'équation suivante :

$$\text{Dilution} = \text{volume de produit utilisé} / \text{volume de l'eau de dilution}$$



Figure 5.2 : Prise de température de l'eau servant au nettoyage.



Figure 5.3 : Evaluation du volume des produits utilisés pour le nettoyage

La propreté des vaches a été notée à l'aide d'une grille (Cf. Annexe B) [102].

5.2.2. Efficacité des pratiques de nettoyage de routines :

5.2.2.1. Matériel :

Matériel de prélèvement :

Le matériel que nous avons utilisé pour les prélèvements est composé de :

- ✓ Ecouvillons stériles.
- ✓ Gabarits spécifiques de 10 cm².
- ✓ Alcool.
- ✓ Feu.

- ✓ Gants stériles.

Matériel d'analyse microbiologique :

Au niveau du laboratoire nous avons utilisé le matériel suivant :

- ✓ Matériel de stérilisation : autoclave et bec bunsen ;
- ✓ Une étuve à 30°C ;
- ✓ Hotte à flux laminaire ;
- ✓ Un bain-marie ;
- ✓ Des pipettes graduées à 1ml et 10ml, tubes à essai ;
- ✓ Des boîtes de pétri ;
- ✓ Des portoirs ;
- ✓ Milieu de culture : gélose PCA ;
- ✓ Diluant pour la préparation des dilutions (TSE) ;
- ✓ Neutralisant de désinfectant : thiosulfate de sodium ;

5.2.2.2. Méthodes :

Sites des prélèvements effectués :

Dans la littérature, les indications sur les sites à écouillonner sont représentés par la vanne de vidange, les parois, le fond, la lame de l'agitateur [37, 38]. Nous avons choisi d'écouillonner au niveau de la paroi latérale interne de la vanne de vidange, du fond et enfin au niveau de la lame de l'agitateur. Au niveau des ustensiles nous avons prélevé qu'au niveau du fond.

Les échantillons ont été prélevés par la technique d'écouillonnage humide d'une surface de 10 cm² délimitée par un gabarit stérile [34]. Chaque gabarit est fabriqué en fer galvanisé. Il épouse la forme d'une partie de la surface à tester et pour que la même pression soit exercée sur toute la surface (Voir figures 5.4, 5.5). Pour éviter les effets résiduels des désinfectants nous avons effectué tous les prélèvements une heure après la fin des opérations de nettoyage (Méthode de prélèvement Cf. annexe C).



Figure 5.4 : Gabarit pour l'écouvillonnage des vannes de vidanges.



Figure 5.5 : Gabarit pour l'écouvillonnage du fond de la cuve, de la lame de l'agitateur et du fond des ustensiles

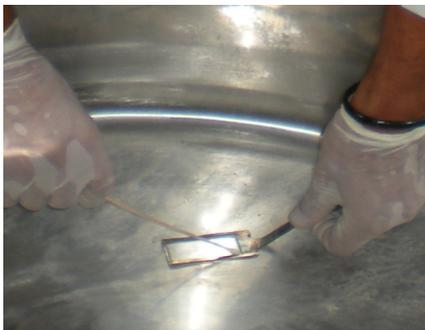


Figure 5.6 : Prélèvement au niveau du fond de la cuve.



Figure 5.7 : Prélèvement au niveau de la lame de l'agitateur.



Figure 5.8 : Prélèvement à l'intérieur de la vanne de vidange.



Figure 5.9 : Prélèvement au niveau du fond d'un ustensile.

Immédiatement après prélèvement, les échantillons sont placés dans un sac isotherme muni de pain à glace, acheminés au laboratoire et conservés dans un réfrigérateur à 4 °C pour être analysés le lendemain matin.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de contrôle de qualité (Ovolab) de TIZI-OUZOU.

Préparation des échantillons :

Chaque écouvillon a été collecté dans un tube contenant 10 millilitres de solution TSE, additionné de 5 g/l de thiosulfate de sodium. Ce tube est secoué vigoureusement avant la dilution donnant ainsi la solution mère [39]. A partir de cette solution mère, des séries de dilutions décimales sont réalisées conformément à la norme ISO 6887-1 relative aux règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales [103]. Ainsi, 1 ml de la dilution mère à 10^0 est transvasé dans un tube à essai contenant 9 ml de solution TSE pour obtenir le titre 10^{-1} et ainsi de suite jusqu'à la dilution 10^{-5} .

Dénombrement de la flore totale :

Le dénombrement de la flore aérobique mésophile totale s'est fait conformément à la norme AFNOR NF V 08-051 [104].

Un millilitre de la solution mère et des dilutions successives est porté aseptiquement dans deux boîtes de pétrie vides et stériles.

Chaque boîte est ensuite complétée avec environ 15 ml de milieu de culture (PCA) fondue.

La gélose est ensuite laissée solidifier, puis on rajoute une deuxième couche d'environ 5 ml. Cette double couche, à un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses. Les boîtes sont mises en incubation à 30°C pendant 72 heures. Les colonies apparaissent en masse et bien distinctes. Nous n'avons retenu que la dilution pour laquelle les dénombrements étaient compris entre 30 et 300 colonies [104].

La moyenne pondérée N de micro-organismes dénombrés à 30°C, est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'UFC par ml de produit initial.

$\sum c$: est la somme des colonies comptées sur les deux boites retenues.

d : est le taux de dilution de la première dilution.

Les résultats sont exprimés en unités formant colonies par ml (UFC/ml) de produit initial, ces résultats sont convertis en unités formant colonies par cm² (UFC/cm²) [39].

Toutes ces étapes ont été effectuées par le même opérateur, ce qui permet de réduire quelque peu la variabilité des résultats.

5.2.3. Analyse statistique des données :

Les données ont été saisies et traitées sous Excel 2007. Lorsque les calculs sont effectués sur un échantillon de la population (ustensiles), les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart-type. Lorsque les calculs sont effectués sur la totalité de la population (cuves), les résultats sont exprimés sous forme de moyenne uniquement à laquelle nous adjoignons le minima et le maxima [105].

Pour les résultats de l'analyse bactériologique, après transformation logarithmique en base 10, nous avons calculé les moyennes arithmétiques et l'écart-type des Log₁₀ UFC/cm² pour chaque site testé [39].

Pour la comparaison des moyennes avant et après nettoyage, nous avons effectué le test de Student pour échantillons appariés (au seuil de 5%). Enfin, pour la comparaison des moyennes après nettoyage entre les élevages utilisant les détergents et les dégraissants ménagers, nous avons appliqué le test de Student pour échantillons indépendants (au seuil de 5%).

5.2.4. Résultats :

5.2.4.1. Nombre de vaches laitières dans les élevages :

5 élevages des élevages visités avaient des effectifs compris entre 10 à 15 vaches laitières, ceux dont les effectifs variaient entre 16 et 20 vaches laitières étaient au nombre de 4, le reste (6) était représenté par des élevages de plus de 21 vaches.

5.2.4.2. Les délais de livraison :

Tous les éleveurs enquêtés (15/15) livraient leur lait quotidiennement.

5.2.4.3. Propreté des vaches :

Chez 4/15 des élevages visités les vaches avaient une note de propreté «propre», 7/15 avaient une note «peu sale », 3/15 étaient considérés comme «sale» 1/15 avait des vaches avec une note «très sale» (figures : 5.10, 5.11, 5.12, 5.13).

5.2.4.4. Local spécial pour l'entreposage du lait et propreté :

8/15 des éleveurs possédaient un local spécial pour l'entreposage du lait par contre 7/15 n'en possédaient pas. Parmi les 8 salles, 3 étaient considérées comme propre, 4/8 comme peu sale et 1/8 comme sale. Parmi les 7/15 qui n'en possédaient pas 2/7 laissaient les cuves dehors sans aucune protection si ce n'était la clôture de la maison, 2/7 la mettaient dans l'étable séparée des animaux par un simple muret et 3/7 utilisaient le garage de la voiture comme lieu de stockage (figures : 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19).

5.2.4.5. Origine des eaux utilisées pour le nettoyage :

Tous les éleveurs enquêtés utilisaient une eau de puits lors du lavage.



Figure 5.10 : Vache propre



Figure 5.11 : Vache peu sale



Figure 5.12 : Vache sale



Figure 5.13 : Vache très sale



Figure 5.14 : Salle d'entreposage propre.



Figure 5. 15 : Salle d'entreposage peu sale.



Figure 5.16 : Salle d'entreposage sale.



Figure 5.17 : Entreposage de la cuve à l'extérieur.

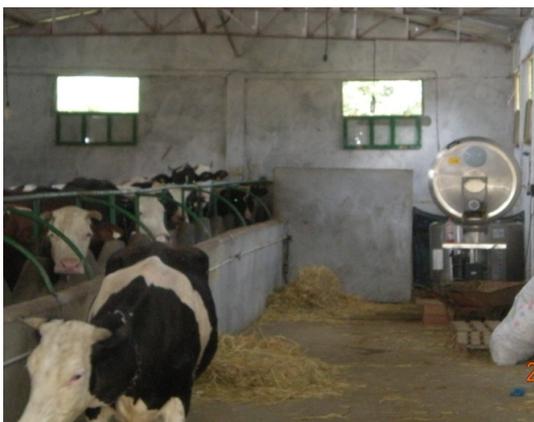


Figure 5.18 : Entreposage de la cuve dans une étable séparée des animaux par un muret.



Figure 5.19 : Entreposage de la cuve dans le garage de voiture.

5.2.4.6. Moyens de stockage du lait au niveau des fermes :

La totalité des éleveurs utilisaient uniquement la cuve de réfrigération pour le stockage du lait par contre les ustensiles étaient utilisés soit pour le transport du lait jusqu'au centre soit pour déplacer le lait de la ferme jusqu'au local d'entreposage (3 cas) car la ferme était éloignée ou pour décharger le lait dans les cuves isothermes des collecteur (2 cas). Les ustensiles utilisés au niveau de ces fermes étaient de deux types : inox et aluminium avec des proportions égales (50% de ustensiles inox et 50% de ustensiles almasilium, 56 vs 56). Les cuves ont été jugées propres chez 3/15 des éleveurs, peu sales chez 7/15 des éleveurs et sales chez 5/15 des éleveurs. Les ustensiles d'entreposage ont été jugés sales dans 3/15 des cas, peu sales dans 12/15 (figures : 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25)



Figure 5.20 : Ustensile d'entreposage en aluminium peu sale



Figure 5.21 : Cuve propre.



Figure 5.22: Ustensile d'entreposage en aluminium sales.



Figure 5.23 : Cuve peu sale.



Figure 5.24 : Ustensile d'entreposage en inox peu sale.



Figure 5.25 : Cuve sale.

5.2.4.7. Produits utilisés pour le nettoyage :

Au niveau de ces élevages, il s'est avéré qu'uniquement 6 étaient munis de détergent homologués le reste utilisaient des dégraissants ménager lors des opérations de nettoyage. 10/15 déclaraient utiliser les différents produits à chaque lavage.

5.2.4.8. Prélavage :

Chez 13/15 des élevages visités le lavage de la cuve était précédé d'un prélavage, celui-ci était effectué avec un jet d'eau dans 10/15 des cas et durait en moyenne 1,96 minute, avec un maximum de 5 minutes et un minimum de 30 secondes.

Pour les ustensiles d'entreposage le prélavage était effectué dans 6/8 des cas avec un jet d'eau avec une durée moyenne de $0,66 \pm 0,58$ minute avec un maximum de 2 minutes et un minimum de 15 secondes.

Un seul éleveur avait utilisé de l'eau chaude pour le prélavage de sa cuve et de ses ustensiles d'entreposage.

5.2.4.9. Lavage :

-durée d'action :

La durée moyenne de la phase de lavage de la cuve dans l'ensemble des élevages était de 4,24 minutes, avec un maximum de 6 minutes et un minimum de 2 minutes.

Pour les ustensiles d'entreposage cette durée était de $1 \pm 0,82$ minute, avec un maximum de 3 minutes et un minimum de 30 secondes.

-action mécanique :

Les supports de nettoyage utilisés par les éleveurs sont représentés par le tableau 5.1.

Tableau 5.1 : Supports utilisés par les éleveurs lors du nettoyage de la cuve.

Supports	Nombre d'éleveurs
Brosse	3
Eponge	5
Balai	1
Tête de loup	1
Serpillère	2
Lavette de ménage	1
Sac de jute	2

Ces mêmes supports étaient réutilisés pour le nettoyage des ustensiles.

- Concentration des produits :

Uniquement un seul éleveur avait respecté la concentration du détergent alcalin chloré pour le nettoyage de sa cuve. Le tableau 5.2 montre les différents types de produits utilisés dans les fermes et les concentrations qu'employaient les éleveurs.

Tableau 5.2 : Moyennes des concentrations des différents types de produits utilisés par les éleveurs pour le nettoyage de la cuve.

Types de produits	Moyenne des concentrations	Normes
Dégraissants ménager	0,31%	-
Détergent acide	0,37%	0,5%
Détergent alcalin chloré	0,54%	0,75%

Les éleveurs n'utilisaient pas les détergents pour le nettoyage des ustensiles d'entreposage. Ceux qui en étaient munis recyclaient l'eau de lavage de la cuve pour leur nettoyage. Par contre ceux qui utilisaient les dégraissants ménagers 5/7 utilisaient les produits sans recyclage.

-la température :

Uniquement 4/15 des éleveurs visités avaient utilisé de l'eau chaude pour le lavage de la cuve. Parmi ceux-ci 2 avaient un chauffe-eau, les deux autres se faisaient chauffer l'eau à l'intérieur de leurs demeures. Un seul éleveur avait utilisé de l'eau chaude pour le nettoyage de ses ustensiles d'entreposage.

5.2.4.10. Rinçage :

Tous les éleveurs rinçaient leurs cuves à la fin de la phase de lavage. Ils y passaient en moyenne 1,64 minutes avec un maximum de 2 minutes et un minimum de 30 secondes.

De même pour les ustensiles d'entreposage, tous les éleveurs les rinçaient avec une durée moyenne de $0,52 \pm 0,33$ minute avec un maximum d' 1 minute et un minimum de 15 secondes.

Nous avons noté qu'uniquement 8/15 des éleveurs effectuaient un lavage externe de la cuve et des ustensiles d'entreposage.

5.2.4.11. Séchage :

Uniquement 8/15 des éleveurs enquêtés laissaient leurs cuves séchées, et dans 12/15 des cas nous avons noté la présence d'eau résiduelle. Les ustensiles d'entreposage étaient laissés à sécher en les retournant chez 3/9 des éleveurs.

5.2.4.12. Efficacité des pratiques de nettoyage de routine :

Au total 126 prélèvements ont été effectués, 90 au niveau des cuves et 36 au niveau des ustensiles d'entreposage.

Pour les élevages qui utilisaient les dégraissants ménagers nous avons effectué 54 prélèvements au niveau des cuves et 24 prélèvements au niveau des ustensiles d'entreposage ; (les ustensiles étaient de deux types inox et aluminium).

Pour les élevages qui utilisaient les détergent acide/alcalin chloré nous avons effectué 36 prélèvements au niveau des cuves et 12 prélèvements au niveau des ustensiles d'entreposage.

Les résultats du dénombrement de la flore totale des sites testés sont représentés par les tableaux 5.3, 5.4, 5.5. (Résultats par élevage Cf. annexe D).

Tableau 5.3 : Dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage des élevages utilisant les dégraissants ménagers.

Sites prélevés	résultats du dénombrement de la flore totale avant nettoyage.			Résultats du dénombrement de la flore totale après nettoyage			Analyse statistique (avant vs après)
	Nombre d'échantillons	Moyenne (UFC/cm ²)	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	Nombre d'échantillons	Moyenne (UFC/cm ²)	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	
Vanne de vidange	9	5 x 10 ⁶	6,5	9	3,9 x 10 ⁶	6,2	ns
Fond de la cuve	9	4,8 x 10 ⁶	6,3	9	1,7 x 10 ⁶	5,6	*
Lame d'agitateur	9	3,3 x 10 ⁶	6,2	9	1,3 x 10 ⁶	5,8	*
Ustensile en inox	7	3,7 x 10 ⁶	6,3 ± 0,5	7	1,4 x 10 ⁶	5,7 ± 0,6	*
Ustensile en aluminium	5	3,3 x 10 ⁶	6,2 ± 0,5	5	1,9 x 10 ⁶	6 ± 0,5	ns

ns : non significatif. * p < 0,05

Tableau 5.4 : Dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage des élevages utilisant les détergents.

Sites prélevés	résultats du dénombrement de la flore totale avant nettoyage.			Résultats du dénombrement de la flore totale après nettoyage			Analyse statistique (avant vs après)
	Nombre d'échantillons	Moyenne (UFC/cm ²)	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	Nombre d'échantillons	Moyenne (UFC/cm ²)	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	
Vanne de vidange	6	5,2 x 10 ⁵	6,6	6	1,6 x 10 ⁵	4,7	*
Fond de la cuve	6	1,1 x 10 ⁶	5,6	6	3,1 x 10 ⁵	3,7	**
Lame d'agitateur	6	3,3 x 10 ⁵	5,7	6	4,4 x 10 ⁴	4	**
Ustensile en inox	2	7,2 x 10 ⁵	5,8 ± 0,07	2	3,4 x 10 ⁵	5,5 ± 0,03	ne
Ustensile en aluminium	4	7,3 x 10 ⁵	5,8 ± 0,2	7	5,1 x 10 ⁵	5,5 ± 0,5	ns

ns : non significative ; ne : non effectué (petit échantillon) ; * p < 0,05 ; ** p < 0,01

Tableau 5.5 : Comparaison entre les résultats après nettoyage entre les élevages (détergents vs dégraissants ménagers)

Sites prélevés	résultats du dénombrement de la flore totale avant nettoyage des élevages utilisant des détergents		Résultats du dénombrement de la flore totale après nettoyage des élevages utilisant des dégraissants ménagers		Comparaison des résultats après nettoyage
	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	
Vanne de vidange	6,6	4,7	6,5	6,2	**
Fond de la cuve	5,6	3,7	6,3	5,6	***
Lame d'agitateur	5,7	4	6,2	5,8	***
Ustensile en inox	5,8 ± 0,07	5,5 ± 0,03	6,3 ± 0,5	5,7 ± 0,6	ne
Ustensile en aluminium	5,8 ± 0,2	5,5 ± 0,5	6,2 ± 0,5	6 ± 0,5	ns

ns : non significative ; ne : non effectué (petit échantillon) ; *** p < 0,001 ; ** p < 0,01

5.2.5. Discussion :

Pour les visites d'élevages (15 élevages) notre échantillon correspondait à l'ensemble des élevages possédant une cuve et livrant leur lait au centre de Freha, donc nous pouvons considérer nos résultats comme précis et représentatifs à un moment donné (précision et représentativité par rapport au centre de Freha). Mais nous considérons que nos résultats ne sauraient pas être extrapolés à la région de la Grande Kabylie ou à toute autre région.

Pratiques de nettoyage :

Biais :

Les opérations de nettoyage-désinfection ont été effectués en notre présence ce qui aurait pu pousser les éleveurs à améliorer devant nous leurs habitudes de nettoyage donc nous pouvons considérer que nos résultats sont surestimés par rapport à la réalité.

Propreté des vaches :

4/15 des élevages avaient des vaches propres. La propreté des animaux est indicateur direct de l'état d'ambiance de l'étable, ainsi elle nous renseigne sur l'état de la litière, de la ventilation et l'alimentation (en relation avec la consistance des bouses) [106].

Avoir des bâtiments propres (animaux, ventilation du bâtiment et une bonne alimentation) permettrait de réduire la contamination du lait [106]. En effet, la propreté des vaches est un facteur déterminant dans la réduction de la contamination du lait par les germes environnementaux et pathogènes [107].

Salle d'entreposage :

Les 2/7 des éleveurs qui mettaient la cuve dans l'étable séparée des animaux par un simple muret prenaient le risque que des vaches viennent souiller la cuve et contaminer indirectement le lait via l'apport de poussière et d'éclaboussures.

Pour ceux (3/7) qui utilisaient le garage de la voiture comme lieu de stockage la poussière due aux pots d'échappements des voitures pourrait souiller la cuve. L'implantation du tank à lait dans un local auquel les vaches et les nuisibles n'ont pas accès permettrait d'assurer une bonne propreté de la cuve elle-même et de ses alentours, ce qui limiterait le risque de contamination accidentelle du lait et permettrait de contrôler la présence des mouches [108].

Produits utilisés :

Concernant les produits utilisés pour le nettoyage, 6/15 utilisaient des détergents homologués, c'est-à-dire un détergent alcalin destiné à agir sur les composants organiques du lait, puis en alternance un détergent acide pour éliminer la partie minérale. Ces détergents coutent relativement cher, ce qui expliquerait que la majorité des éleveurs aient tendance à utiliser, pour l'instant, des dégraissants ménagers. Ces produits ménagers sont utiles pour enlever les traces de matière organique, sans pour autant avoir d'action désinfectante, ni déminéralisante. Des traces de pierre de lait pourraient ainsi s'accumuler dans les endroits inaccessibles des cuves et autres récipients.

Prélavage :

14/15 des éleveurs effectuaient un prélavage avec une eau froide pour la cuve et 9/14 d'entre eux utilisaient un flux d'eau (jet d'eau) au cours de ce prélavage. Un prélavage avec un flux d'eau sous forme de jet serait nécessaire pour éliminer 90% à 99% des restes de lait et éviter ainsi qu'il ne sèche, ce qui rendrait beaucoup plus difficile l'action mécanique et détergente [85]. L'utilisation d'une eau chaude lors du prélavage permettrait de faciliter le prélavage en décrochant les souillures organiques (matière grasse et protéines) [95, 96].

Température :

11/15 des éleveurs utilisaient une eau froide lors de la phase de lavage, et uniquement 4/15 ont utilisé de l'eau chaude. Dans le secteur laitier, les températures préconisées pour la préparation des solutions détergentes se situent entre 43 et 77°C [96]. Des températures inférieures rendraient le lavage difficile et

peu efficace [63]. Le fabricant recommande justement de doubler les doses lors de l'utilisation d'eau froide.

Support de nettoyage :

5/15 des éleveurs utilisaient une éponge comme support de nettoyage et 2/15 une serpillière. L'utilisation de support poreux favoriserait la multiplication microbienne dans leurs anfractuosités [109]. Ces supports doivent être nettoyés et désinfectés après chaque utilisation [95] ; chose qui n'a pas été faite lors de notre présence.

2/15 des éleveurs utilisaient comme support de nettoyage des sacs de jute qui risqueraient de rayer les parois des cuves et ustensiles. Les rayures ainsi formées peuvent constituer un refuge pour les micro-organismes [92]. De plus les éleveurs avaient tendance à utiliser et réutiliser les mêmes supports pour le nettoyage de la cuve et des ustensiles ce qui risquait d'accroître la contamination des surfaces. Pour les opérations de nettoyage manuel, il est conseillé d'utiliser des brosses en fibre synthétique [108]. Ces supports ont normalement été livrés à l'achat de la cuve.

Temps de contact :

Le temps de contact n'était pas respecté par les éleveurs (moyenne : 4,24 minutes), sachant que le fabricant recommande de laisser tremper ou de faire circuler le produit pendant ¼ d'heure.

Concentration :

Les éleveurs sous dosaient les détergents acide/alcalin. Aux faibles concentrations, les produits de nettoyages n'ont pas une action mesurable, le nombre de molécules est inférieur aux nombre de molécules sensibles à leurs actions [110].

Les éleveurs utilisaient les dégraissants ménagers à doses élevées ce qui induisait la formation d'une mousse abondante sur les surfaces (figure 5.26). La mousse permettrait d'augmenter le contact entre la surface et le produit de nettoyage, mais elle ne doit en aucune manière sécher sur les surfaces sinon les

résidus chimiques seraient difficiles à rincer et à retirer et nous aurions des risques de corrosion pour le matériel [92, 95].



Figure 5.26 : Mousse abondante lors du lavage.

Rinçage finale :

Tous les éleveurs enquêtés effectuaient un rinçage de leurs cuves et ustensiles. Un rinçage à l'eau potable suit les opérations de nettoyage, dans le but de rincer les résidus des produits de nettoyage et d'éliminer les salissures mises en suspension par la solution de nettoyage [95]. Ce qui n'était pas le cas pour nos élevages qui utilisaient une eau de qualité bactérienne insuffisante, comme présenté dans le tableau 5.6.

Tableau 5.6 : Résultats bactériologiques des eaux de puits (archives du laboratoire).

Eleveurs	Germes aérobies à 37°C	Norme [33]	Germes aérobies à 22°C	Norme [33]
1	$1,6 \times 10^2$	20	$4,5 \times 10^2$	$< 10^2$
2	$1,2 \times 10^2$	20	$3,8 \times 10^2$	$< 10^2$
3	50	20	$1,2 \times 10^2$	$< 10^2$
4	$2,0 \times 10^2$	20	10^3	$< 10^2$
5	90	20	10^2	$< 10^2$
6	60	20	$1,1 \times 10^2$	$< 10^2$
7	$1,8 \times 10^2$	20	$7,6 \times 10^2$	$< 10^2$
8	30	20	2×10^2	$< 10^2$
9	2×10^2	20	10^3	$< 10^2$
10	2×10^2	20	10^3	$< 10^2$
11	$1,8 \times 10^2$	20	$6,5 \times 10^2$	$< 10^2$
12	$1,7 \times 10^2$	20	$7,8 \times 10^2$	$< 10^2$
13	2×10^2	20	$9,1 \times 10^2$	$< 10^2$
14	$1,3 \times 10^2$	20	$7,6 \times 10^2$	$< 10^2$
15	$1,8 \times 10^2$	20	$4,5 \times 10^2$	$< 10^2$

Séchage :

7/15 des éleveurs enquêtés ne laissent pas leurs cuves sécher, ce qui peut induire la présence d'eau résiduelle. Un « séchage – drainage » éviterait les risques de présence d'eau résiduelle dans les équipements [108]. La présence d'une telle eau constitue un milieu favorable au développement des microorganismes [45].

Bactériologie :

Biais :

Dans le contexte de notre étude il a été demandé aux éleveurs d'effectuer le nettoyage de la cuve et des ustensiles après notre arrivée, ce qui pourrait fausser nos résultats, car la cuves et les ustensiles devraient être nettoyés immédiatement après vidange.

Dans l'ensemble, les plus bas niveaux de contamination résiduelle ont été enregistrés au niveau du fond de la cuve alors que les plus forts taux de contamination étaient au niveau de la vanne de vidange. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les produits de nettoyage sont plus longtemps en contact avec le fond des cuves qu'avec la paroi latérale de la vanne de vidange [39].

Les résultats des lavages utilisant les dégraissants ménagers montraient que malgré la différence significative ($p < 0,05$) constatée avant et après nettoyage, les niveaux de contamination résiduelle restaient élevés, à savoir 5,6 Log₁₀ UFC/cm² pour le fond de la cuve et 5,8 Log₁₀ UFC/cm² pour la lame de l'agitateur. Par contre, il n'y avait pas de différence de contamination pour la vanne de vidange, probablement dû aux difficultés de nettoyage de cette partie de la cuve, d'autant plus que les éleveurs n'utilisaient pas de goupillon.

Pour les élevages utilisant les détergents alcalins/acides, les résultats montraient une différence significative entre les niveaux de contamination initiaux et résiduels au niveau de tous les sites, à l'exception des ustensiles. Les alcalins chlorés sont bien connus pour leur efficacité à éliminer la partie organique des souillures et leur activité désinfectante, alors que les détergents acides agissent sur tout dépôt minéral [81, 90].

Cependant l'eau utilisée pour le nettoyage a son rôle. En effet, les surfaces peuvent être recontaminées si l'eau utilisée pour le nettoyage est de mauvaise qualité bactérienne [85]. C'est le cas de nos élevages (tableau 5.6). Pour éviter une éventuelle recontamination des surfaces, il est recommandé d'ajouter un désinfectant à l'eau de rinçage finale chaque fois qu'un doute subsiste sur sa qualité bactériologique [85].

Plusieurs études ont montré que les récipients nettoyés avaient des taux de contamination résiduels élevés, de l'ordre de $6,9 \log_{10}$ UFC/cm² [5, 38]. Bien que les résultats de ces études ne soient pas comparables aux nôtres (nombre d'élevages, méthodes d'analyses bactériologiques différentes), il n'en demeure pas moins que les niveaux de contamination sont dans l'ensemble aussi élevés que les nôtres, ce qui montre bien que les routines de nettoyage n'étaient pas efficaces. Par contre, après instauration d'un protocole rigoureux de lavage, ces taux ont été ramenés à $2,5 \log_{10}$ UFC/ml [5] et $0,4 \log_{10}$ UFC/cm² [38].

Enfin, il a été noté une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les résultats de nettoyage utilisant les détergents par rapport aux dégraissants ménagers, ceci pour toutes les surfaces et à l'exception des ustensiles. Ceci pourrait s'expliquer par l'efficacité des produits adaptés au lavage des surfaces, notamment les produits basiques et acides, utilisés en alternance, mais il est possible également que les éleveurs qui achetaient ce type de produits représentaient une catégorie d'éleveurs plus soucieux de la qualité de leur production.

La différence non significative observée au niveau des ustensiles en aluminium, que se soit avec les détergents acide/alcalin ou avec les dégraissants ménagers serait dû au fait que ces ustensiles étaient anciens, présentant des taches de corrosion propice au développement des micro-organismes [92] (voir figure 5.27).



Figure 5.27 : Paroi intérieure d'un ustensile d'entreposage en aluminium avec des taches de corrosion.

5.3. Deuxième partie complémentaire au niveau du centre de collecte :

Du fait que nous n'avons pas pu obtenir toutes les données au niveau des fermes, nous avons complété notre travail par une deuxième partie au niveau du centre de collecte, qui a visé les sous-objectifs suivants:

- ✓ déterminer les proportions des ustensiles (inox, aluminium et plastique) qu'utilisent les éleveurs pour entreposer et livrer le lait ;
- ✓ Déterminer la température du lait à la livraison ;
- ✓ Déterminer le nombre d'éleveurs se munissant de produits adaptés pour le nettoyage du matériel de traite ;

5. 3.1. Matériel

Population cible :

La population cible était constituée (en mars 2010) par l'ensemble des élevages livrant leur lait au niveau du centre de Freha (101 fermes, livrant de 11 à 619 litres/jour).

Fiche de données :

Le recueil des données s'est fait à l'aide d'une fiche par client (Cf. annexe B) Le remplissage de cette fiche s'est fait sur place. Elle a porté sur les paramètres suivants :

- ✓ Quantité de lait livrée / éleveur ;
- ✓ Fréquence de la livraison ;
- ✓ nombre et type d'ustensiles utilisés pour livrer et entreposer le lait;
- ✓ Nombre de chariot-trayeurs (à remplir avec chef de centre ou éleveur si présent) et nombre de cuves de réfrigération ;
- ✓ Achat de détergents : type, quantité (à remplir avec chef de centre ou éleveur si présent).

Outre les fiches nous avons utilisés un thermomètre pour la prise de la température du lait.

5.3.2. Méthodes

Ces fiches ont été remplies en utilisant les méthodes suivantes :

-Calcul du nombre de ustensiles utilisés pour l'entreposage du lait :

Pour déterminer les proportions respectives des types d'ustensiles (aluminium, inox, plastique) au niveau des fermes, nous avons compté les ustensiles arrivant au niveau du centre.

Pour les éleveurs se faisant collecter par des transporteurs munis de cuves isothermes, des questions directes ont été posées sur les moyens que mettent en œuvre les éleveurs pour le stockage du lait.

-Détermination de la température du lait à la livraison :

La détermination de la température du lait s'est faite à l'aide d'un thermomètre au niveau des ustensiles arrivant au niveau du centre ainsi. Le thermomètre est ainsi plongé dans les ustensiles pendant une durée d'une minute.

Nous ne pouvions étudier la température de tous les ustensiles (386) nous avons donc eu recours à une technique d'échantillonnage. Pour pouvoir déterminer le nombre d'ustensiles à introduire nous avons utilisé les tables de TOMA et *al*, 2001 [104] qui indiquent le nombre de sujets à étudier, en fonction de :

- Précision relative souhaitée ;
- La prévalence attendue ;

Concernant le choix de degré de précision, nous n'avons pas choisi un haut degré de précision du fait que nous avons besoin d'avoir une idée seulement de la température du lait livré. Pour cette première enquête du genre nous avons donc choisi 90%.

Concernant la prévalence attendue, une pré-enquête au niveau du centre nous a permis de constater que la température de 10% des ustensiles d'entreposage arrivant au centre était comprise entre 4 et 6°C et 30% entre 7 et 10°C. Nous

avons choisi la prévalence la plus faible. Donc on peut lire dans le tableau 5.7 que le nombre d'ustensiles nécessaires (intersection de la colonne prévalence attendue égale à 10%, et de la ligne niveau de précision relative égale à 100%), ce qui revient à 50 ustensiles.

Tableau 5.7 : Nombre de sujets nécessaire pour l'estimation d'une prévalence en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée [105].

Précision relative	Prévalence attendue (p. cent)													
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
10 p. cent	38032	18824	12422	9220	7300	3458	2177	1537	1153	897	714	577	470	385
20 p. cent	9508	4706	3106	2305	1825	865	545	385	289	225	179	145	118	97
30 p. cent	4226	2092	1381	1025	812	385	242	171	129	100	80	65	53	43
40 p. cent	2377	1177	777	577	457	217	137	97	73	57	45	37	30	25
50 p. cent	1522	753	497	369	292	139	88	62	47	36	29	24	19	16
60 p. cent	1057	523	346	257	203	97	61	43	33	25	20	17	14	11
70 p. cent	777	385	254	189	149	71	45	32	24	19	15	13	11	10
80 p. cent	595	295	195	145	115	55	35	25	20	17	14	13	11	10
90 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10
100 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10

Ce nombre ainsi déterminé conduit à un taux de sondage supérieur à 10% (la population est de 386 ustensiles, soit un taux de sondage de $50/386 = 12,9\%$) nous nous sommes alors reportés au tableau 5.8 qui fournit le nombre de sujets nécessaires lors de taux de sondage supérieur à 10%.

Tableau 5.8 : Nombre de sujets nécessaire pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10% [105].

n	Taille de la population																						
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	10000	20000
10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
20	15	17	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
30	19	24	25	27	27	28	28	29	29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
40	23	29	30	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	40
50	27	34	35	37	38	39	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48
60	31	38	39	41	42	43	44	45	45	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53
70	34	41	42	44	45	46	47	48	48	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56
80	36	43	44	46	47	48	49	50	50	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58
90	38	45	46	48	49	50	51	52	52	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60
100	40	47	48	50	51	52	53	54	54	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62
110	42	49	50	52	53	54	55	56	56	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64
120	44	51	52	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66
130	45	52	53	55	56	57	58	59	59	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67
140	46	53	54	56	57	58	59	60	60	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68
150	47	54	55	57	58	59	60	61	61	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68	69
160	48	55	56	58	59	60	61	62	62	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70

Dans notre cas la taille de la population était de 386 (c'est-à-dire compris entre 350 et 400 dans la colonne taille de la population du tableau) et $n = 50$ ce qui implique que notre échantillon devrait être compris entre 44 et 45 ustensiles.

Ceci pour la précision des résultats. Quant à l'exactitude, l'idéal est de faire un tirage au sort aléatoire sur la base de sondage. Cette base de sondage était un peu compliquée à obtenir. Une autre méthode consiste en un échantillonnage aléatoire systématique.

Ainsi 45 ustensiles d'entreposage à échantillonner sur 386, (ce qui fait $386/45 = 8$ ustensiles). Nous avons donc choisi d'échantillonner tous les 8 ustensiles.

-Achat de détergents :

Concernant le nombre d'éleveurs ayant utilisé les détergents homologués (quantité, périodicité d'utilisation), une fiche a été remplie avec la collaboration du chef du centre et la consultation de l'archive d'achat du centre.

La suffisance des quantités achetées par les éleveurs s'est fait par le calcul du rapport entre les quantités achetées et du matériel que détient l'éleveur et de la durée théorique que devraient tenir ces quantités si l'éleveur respecte les recommandations du fabricant.

Le calcul de la suffisance des quantités achetée s'est fait de la façon suivante :

Les détergents sont vendus dans des bidons de 24 litres chacun. Lors de l'achat l'éleveur reçoit des recommandations sur le mode d'utilisation des détergent (dose, température, fréquence).

Pour les deux types de détergents il reçoit les instructions suivantes :

-Dose : 100 ml/10 litre d'eau (équivalent au volume d'un pot de yaourt).

-Fréquence d'utilisation :

- ✓ Chariot-trayeur : 1 fois / 2 traites ;
- ✓ Cuve de réfrigération : 1 fois / 2 vidanges ;
- ✓ Ustensiles : 1 fois / 2 vidanges ;

A partir de ces recommandations et du matériel que possède l'éleveur et à l'aide de l'équation suivante nous avons théoriquement 2 cas de figure :

$$\text{Durée de vie du détergent} = 24\ 000 \text{ ml} / \text{quantité journalière utilisée}$$

-Si l'éleveur possède uniquement un chariot-trayeur (voir formule) :

Il utilise un volume journalier pour chacun des détergents de 150 ml/ jour (ustensiles + chariot). A partir de ces volumes journaliers les deux types de détergents devraient tenir chacun 160 jours.

-Si l'éleveur possède un chariot-trayeur et une cuve de réfrigération (voir formule) :

Il utilise : Il utilise un volume journalier pour chacun des détergents de 200 ml/ jour (ustensiles + chariot + cuve). A partir de ces volumes journaliers les deux types de détergents devraient tenir chacun 120 jours.

5.3.3. Analyse statistique des données :

Les données ont été saisies et traitées sous Excel 2007. Lorsque les calculs sont effectués sur un échantillon (température), les résultats sont exprimés en pourcentage \pm intervalle de confiance. Lorsque les calculs sont effectués sur la totalité de la population, les résultats sont exprimés sous forme de pourcentage uniquement [105].

5.3.4. Résultats :

5.3.4.1 Quantité de lait livré et fonctionnement de la livraison :

-le centre se fait livrer par 101 élevages ;

- 56,43% livrent moins de 100 litres/jour (voir figure 5.28) ;

- 57,42% effectuent eux même la livraison ;

- 85,15% effectuent la livraison toutes les 24 heures ;

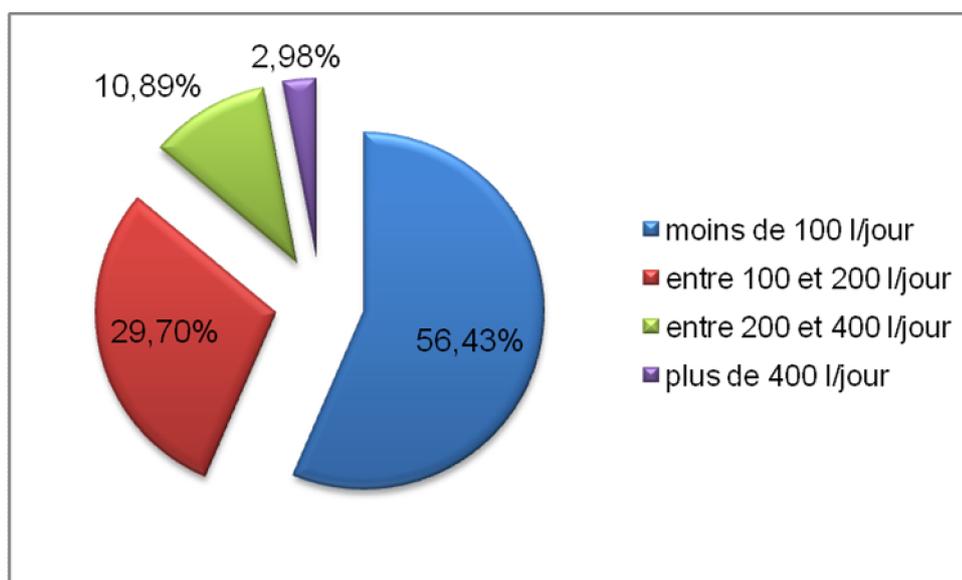


Figure 5.28 : Quantité de lait livrée par les éleveurs au centre de collecte.

5.3.4.2. Matériel d'entreposage :

En mars 2010, 18 élevages étaient munis de cuves de réfrigération. Les proportions des ustensiles utilisés pour l'entreposage du lait au niveau des fermes sont représentées par la (figure 5.29).

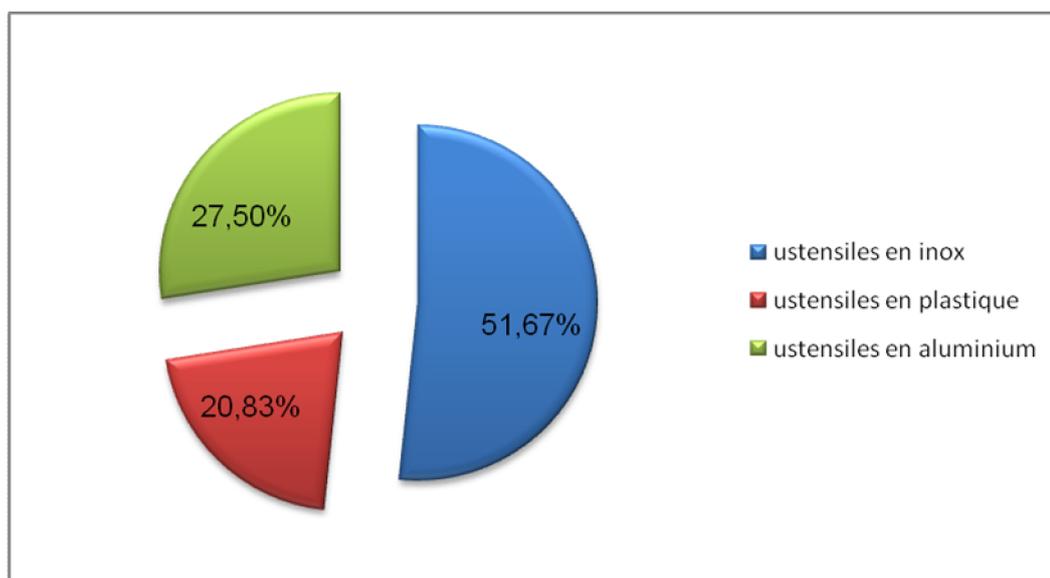


Figure 5.29 : Proportions des différents ustensiles utilisés pour l'entreposage du lait.

5.3.4.3. Température du lait :

La température du lait à la livraison était comprise entre $[4-6^{\circ}\text{C}]$ dans $29\% \pm 12,71\%$ des cas, entre $[7-10^{\circ}\text{C}]$ dans $22\% \pm 11,60\%$ et enfin $49\% \pm 14\%$ des ustensiles avaient une température supérieure à 10°C .

5.3.4.4. Achat de détergent :

Le nombre d'éleveurs se munissant de détergents homologués pour le nettoyage de leur matériel de production est de 24. Parmi ces élevages 13 éleveurs se munissent de détergents acide et alcalin chloré en quantité suffisante et 11 éleveurs l'ont fait en quantité insuffisante.

5.3.5. Discussion :

Délais de livraison :

La faiblesse des quantités produites ainsi que l'absence des moyens de réfrigération adéquat (uniquement 18 élevages possèdent une cuve de réfrigération) du lait au niveau de ces fermes pousseraient la majorité des éleveurs (85,15%) à effectuer la livraison de leur lait au centre toutes les 24 heures, le reste des éleveurs (14,75%) effectuent leur livraison toutes les 48h ce qui est conforme avec la réglementation Algérienne qui impose un délai entre la traite et la délivrance du lait de 48h au maximum [111].

Mode de livraison :

La prime de 1 DA/litre qu'offre la laiterie aux éleveurs effectuant par leur propres moyens la livraison du lait expliquerait que 57,42% des éleveurs livrent leur lait eux même.

Proportions des différents types de ustensiles :

Sachant que notre sous-objectif de départ était de calculer les proportions des ustensiles pour l'entreposage du lait à la ferme, nous n'avons pas tenu compte des ustensiles d'entreposage détenus par les éleveurs ayant une cuve de réfrigération. Ces derniers les utiliseraient uniquement pour le transport du lait jusqu'au centre.

Les proportions des ustensiles servant à l'entreposage du lait au niveau des fermes présentaient une nette prédominance de l'inox (51,67%), dû probablement aux efforts de la laiterie pour l'éradication des ustensiles en plastique. En effet, il paraît évident que l'utilisation d'ustensiles d'entreposage en inox paraît plus convenable dans tout processus d'amélioration de la qualité bactérienne du lait, car plus facile à nettoyer et plus durable [5].

Température du lait à la livraison :

La faible proportion de cuves de réfrigération (15 au début de notre enquête puis 18 grâce avec l'arrivée de 3 éleveurs) et la saison d'été où a été effectuée l'étude pourrait expliquer que température du lait était dans près de la moitié des cas

supérieure à 10°C (49% ± 14%), ce qui peut entraîner de très fortes charges microbiennes du lait. Pour ceux dont la température était comprise entre [4-6°C [(29% ± 14%) ils étaient représentés soit par des propriétaires de cuve soit par des propriétaire de bacs de congélation (figure 5.30).



Figure 5. 30 : Ustensiles d'entreposage dans un bac de congélation

Achat de détergents :

Les premiers résultats de notre enquête montraient que les éleveurs n'étaient pas familiarisés à l'achat des détergents homologués ; en effet seulement 14 achetaient ces produits, le reste auraient recours traditionnellement à l'eau de javel et aux dégraissants ménagers, comme signalé par RAHAL [54]. Mais au fil du temps (9 mois) ce nombre est passé à 24/101, ce qui montre que les éleveurs commencent à se familiariser avec ce type de produits adaptés à la production laitière.

13/24 se procuraient les deux types de détergent en quantité suffisante, les autres par soucis d'économie car ces produits coutent relativement cher et en absence d'obligation préféraient se munir de ces produits en quantité insuffisante, ce qui peut se répercuter sur la qualité du nettoyage de leurs matériels. En effet, les détergents acide et alcalin chloré doivent être utilisés en alternance pour le nettoyage du matériel [81, 90].

5.4. Conclusion :

Notre étude a montré que malgré les récentes mesures incitatives pour améliorer la qualité bactériologique du lait cru, l'utilisation des produits détergents et la réfrigération n'étaient n'était pas optimales, et que les recommandations des fabricants n'étaient pas respectées. Il faudra peut-être plus de temps pour que les bonnes pratiques d'hygiène soient intégrées par les éleveurs. Des études ultérieures à visée descriptive devront être menées pour confirmer les progrès à ce niveau de production, alors que des enquêtes à visée analytique permettront de quantifier les facteurs de risque liés à la contamination du lait à la ferme.

5.5. Identification du système de nettoyage le plus rentable par rapport aux primes octroyées :

L'objectif de cette partie est d'identifier le système de nettoyage le plus rentable pour le nettoyage du matériel de production et ce rapport aux primes à qualité bactériologique mensuelles octroyées par la laiterie (tableaux 5.9 & 5.10).

Tableau 5.9 : Ancienne grille de paiement en fonction des résultats bactériologiques de la laiterie de la région (avant mai 2010).

Résultats bactériologiques	Bonus/malus (DA/litre)
Moins de 10^5 ufc/ml	+ 1 DA
Entre 10^5 et 5×10^5 ufc/ml	+ 0,5 DA
Entre 5×10^5 et 10^7 ufc/ml	+ 0 DA
Plus de 10^7 ufc/ml	- 0,5 DA

Tableau 5.10 : Nouvelle grille de paiement en fonction des résultats bactériologiques de la laiterie (à partir de mai 2010).

Résultats bactériologiques	Bonus/malus (DA/litre)
Moins de 10^5 ufc/ml	+ 1,5 DA
Entre 10^5 et 2×10^5 ufc/ml	+ 0,5 DA
Entre 2×10^5 et 5×10^6 ufc/ml	+ 0 DA
Plus de 5×10^6 ufc/ml	- 1 DA

5.5.1. Matériels et méthodes :

Les calculs sont effectués pour différentes tailles d'élevage, en considérant une moyenne de production de 15 litres/vache/jour.

A noter que les charges sont calculées sur logiciel Excel.

Méthode de calcul :

L'impact économique de l'instauration de l'hygiène est calculé en fonction du bonus ou du malus que reçoit l'éleveur. Le calcul à été effectué selon deux cas de figure :

- ✓ Utilisation de dégraissants ménagers ;

- ✓ Utilisation de produits adaptés + investissement dans un chauffe-eau + bidons en inox ;

Ceux utilisant les dégraissants :

Le calcul est effectué en faisant la différence entre les primes bonus/malus et le coût total de l'investissement de l'éleveur pour l'hygiène de sa production.

La base de calcul des coûts est effectuée par litre de lait/jour. Il a été effectué comme suit :

Exemple pour 20 vaches produisant en moyenne 300 litres/j :

$$(\text{Bonus/malus} - \alpha_{SH}) = \text{bonus/malus} - (C_{DM} + C_C + C_{MO} + C_{HT}) \text{ [6]}.$$

Où :

α_{SH} : coût total ;

C_{DM} : coût lié à l'achat de dégraissants ménagers (estimé à 2160 DA/an / production lait / jour = $(2160 / 300) / 365 = 0,019$ DA/l/j

C_C : facture d'électricité (5500 DA x 4 trimestres) / production lait/ jour = $(22000 / 300) / 365 = 0.20$ DA/l/j

C_{MO} : coût lié à la main d'œuvre [(+1000 DA x 12 mois) /an]/ production lait/ jour = $(12000 / 300) / 365 = 0.109$ DA/l/j

C_{HT} : charge liée à l'achat des produits d'hygiène de la traite (9430,2 DA/60 jours) / 300 = 0,52 DA/l/j

Ceux utilisant les moyens adaptés

Le calcul est effectué en faisant la différence entre les primes bonus/malus et le coût de l'utilisation de produits adaptés + investissement dans un chauffe-eau + bidons en inox.

Toujours avec l'exemple de 20 vaches produisant en moyenne 300 litres/j :

Le calcul est effectué comme suit :

$$(\text{Bonus ou malus} - \alpha) = (\text{bonus ou malus} - (C_D + C_{HT} + A_{C-E} + C_C + C_{MO} + C_S + A_{B,I} + C_F)) \text{ [6]} ;$$

Où:

$$\alpha = (C_D + C_{HT} + A_{C-E} + C_C + C_{MO} + C_S + A_{B,I} + C_F)$$

α : coût total ;

C_D : charge liée à l'achat de détergent acide et alcalin chloré (5850 DA/120 jours) / 300 litres = 0,16 DA/l/j (120 jours étant la durée de vie d'un bidon de détergent) ;

C_{HT} : charge liée à l'achat des produits d'hygiène de la traite (9430,2 DA/60 jours) / 300 = 0,52 DA/l/j (achat tous les 60 jours) ;

A_{C-E} : Amortissement de la charge liée au chauffe eau est constituée par son achat, sa tuyauterie et son installation (15 000 DA) ; son amortissement est évalué sur deux années ; amortissement linéaire sans valeur résiduelle ; $15000/300/730 = 0,068$ DA/l/j ;

C_C : Les charges d'électricité et de gaz constituées par des factures trimestrielle ; $[(6000 \text{ DA} \times 4 \text{ trimestres}) / 300] / 365 = 0,219$ DA/l/j ;

C_{MO} : coût lié à la main d'œuvre ; $[(+1000 \text{ DA} \times 12 \text{ mois}) / \text{an}] / \text{production lait/jour} = (12000 / 300) / 365 = 0,109$ DA/l/j ;

C_S : Charge liée à l'achat de support de nettoyage (brosse + goupillon= 400 DA/an); $(400/300/365 = 0,0037$ DA/l/j ;

$A_{B,I}$: Amortissement de la charge liée à l'achat d'ustensiles d'entreposage en inox (10) ; amortissement sur deux ans (6290 DA/bidon); amortissement linéaire sans valeur résiduelle ; $(6290 \times 10)/300/730 = 0,28$ DA/l/j pendant deux ans ;

C_F : Charge liée au contrôle d'un frigoriste ; $1000 \text{ DA} / 300/365 = 0,009$ DA/l/j ;

- ✓ Tous ces calculs ont été réalisés sur tableur EXCEL 2007 avec un seul facteur de variation correspondant au nombre de vaches laitières dans la ferme.

5.5.2. Résultats :

Les résultats sont représentés dans les figures (Cf. E) qui représentent les calculs effectués sur Excel 2007 pour des élevages de 20, 30 et 10 vaches respectivement.

5.5.3. Discussion :

Il ressort que par rapport aux charges :

L'éleveur utilisant les dégraissants bénéficie de primes pour tout résultat $< 10^5$ UFC/ml (correspondant à un bonus de 1 DA, voire 1.5 DA) et reste fortement déficitaire pour tout résultat $> 10^5$ UFC/ml (correspondant à un malus de -1DA /litre).

Même après amortissement des charges (chauffe-eau + ustensiles d'entreposage en inox), les bonus seront plus intéressants chez celui qui utilise les dégraissants ménagers. Cependant, la probabilité d'avoir $< 10^5$ UFC/ml (correspondant à une prime de 1,50 DA/litre) pour ce dernier est minime si l'on tient compte de nos résultats d'écouvillonnage. Celui qui utilise les produits homologués gagne (avec des résultats $< 10^5$ UFC/ml) + 0,47 DA/L soit + 4248 DA/mois. Ces gains augmentent si on ne tient pas compte des charges de main d'œuvre (+ 1000 DA, soit + 5248 DA/mois !).

Concernant les nouvelles primes mises en place à partir du premier mai 2010, il est clair que l'ancien système n'était pas avantageux (- 08,4 DA/jour pour 20 vaches) alors que le nouveau système permet d'améliorer significativement les gains en cas de bon résultat $< 10^5$ UFC/ml. (+141,6 DA/j pour 20 vaches).

D'autre part, le nombre de vaches influe sur les gains (bonus de 255 DA/j pour 30 vaches, au lieu de 28 DA/j pour 10 vaches) mais aussi sur les pertes (malus de - 870 DA/j pour 30 vaches et de - 347 DA/j pour 10 vaches). Il est à préciser qu'avec la nouvelle politique de la laiterie, la collecte est suspendue à partir de deux résultats successifs supérieurs à 5×10^6 UFC/ml.

Nous pouvons dire enfin que la taille de l'élevage devrait être supérieure à 10 vaches pour que l'éleveur soit bénéficiaire de la prime et ce après amortissement du chauffe-eau et des bidons en inox.

Pour conclure cette partie, nous pouvons dire que la connaissance des coûts relatifs à l'hygiène de sa production est impérative pour améliorer les performances d'hygiène, ce qui se répercutera sur les gains de l'éleveur et sur la qualité de transformation à la laiterie.

CONCLUSION

Nos résultats ont révélé que les pratiques de nettoyage des cuves et des ustensiles d'entreposage au niveau des fermes ne respectent pas les règles générales d'hygiène et ce malgré les mesures incitatives de la laiterie pour améliorer ces pratiques.

Nos résultats d'écouvillonnage des surfaces après nettoyage ont révélé aussi le peu d'efficacité des pratiques mises en œuvre par les éleveurs.

Il faudrait peut être plus de temps aux éleveurs pour intégrer les bonnes pratiques d'hygiène. Des actions de sensibilisation aux bonnes pratiques de nettoyage devraient être entreprises pour que ce qui est en contact avec le lait soit propre.

Les recommandations que nous préconisons pour l'amélioration de l'hygiène des ustensiles sont les suivantes :

❖ Hygiène :

- ✓ Nettoyage du matériel avec des produits homologués ;
- ✓ Respect des recommandations du fabricant ;
- ✓ Eau de nettoyage contrôlée et/ou l'assainir avec du chlore ;

❖ Refroidissement du lait :

- ✓ Local de stockage accessible, propre, pas d'animal, pas de risque de contamination ;
- ✓ Tank adapté, fonctionnement correct et température de stockage $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- ✓ Nettoyage correct du tank après chaque usage ;
- ✓ Contrôle annuel du tank par des techniciens spécialisés

❖ Transport :

- ✓ Minimiser le temps de transport ;
- ✓ Utilisation de bidons en inox ou une citerne isotherme, nettoyés après chaque vidange ;

APPENDICE A

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

BLM : Bovin Laitier Moderne

BLA : Bovin Laitier Amélioré

BLL : Bovin Laitier Local

CFU: Colony-forming units

cm : centimètre

cm² : centimètre carrée

FAMT: flore aérobie mésophile totale

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

Log : logarithme

GIPLAIT : Groupe Industriel de la Production Laitière

ISO: International Organization for Standardization

ONIL : Office national interprofessionnel du lait et des produits laitiers

PCA: Plate Count Agar

pH : potentiel d'hydrogène

PME : Petites et Moyennes Entreprises

PMI : Petites et moyennes Industries

Prod : Production

TSE: Tryptone Sel Eau

UFC : Unités Formant Colonies

APPENDICE B

FICHES REMPLIES AU NIVEAU DU CENTRE DE COLLECTE ET DES ELEVAGES

Fiche remplie au niveau du centre de collecte

Nom	
Localité	
Quantité de lait à chaque livraison	<input type="checkbox"/> moins de 100 <input type="checkbox"/> [100 - 200] <input type="checkbox"/> [200 - 400] <input type="checkbox"/> plus de 400
La livraison se fait	<input type="checkbox"/> transporteur <input type="checkbox"/> éleveur
Livraison chaque	<input type="checkbox"/> 12h <input type="checkbox"/> 24h <input type="checkbox"/> 48h <input type="checkbox"/> 72h <input type="checkbox"/> autres.....
Matériel d'entreposage	<input type="checkbox"/> cuves <input type="checkbox"/> bidons inox <input type="checkbox"/> bidon plastique <input type="checkbox"/> bidon almasilium
Nombre de chariot	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Achat de détergents pour le matériel	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Achat de détergent se fait tout	
Température du lait	<input type="checkbox"/>]4-6°C] <input type="checkbox"/>]7-10°C] <input type="checkbox"/> plus de 10°C

Fiches remplies au niveau des élevages :

Nombre de vache laitière	
Quantité moyenne de lait/jour	<input type="checkbox"/> moins de 100 <input type="checkbox"/> entre 100 et 200 <input type="checkbox"/> entre 200 et 400 <input type="checkbox"/> plus de 400
Livraison chaque	<input type="checkbox"/> 24h <input type="checkbox"/> 48h <input type="checkbox"/> 72h
Propreté des vaches	<input type="checkbox"/> propre <input type="checkbox"/> peu sale <input type="checkbox"/> sale <input type="checkbox"/> très sale
Local pour l'entreposage du lait	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Si oui propreté du local	<input type="checkbox"/> propre <input type="checkbox"/> peu sale <input type="checkbox"/> sale <input type="checkbox"/> très sale
Si non lieu d'entreposage	<input type="checkbox"/> étable <input type="checkbox"/> extérieur (air libre)
Origines de l'eau de lavage	<input type="checkbox"/> réseau <input type="checkbox"/> puits <input type="checkbox"/> bêche <input type="checkbox"/> source <input type="checkbox"/> forage <input type="checkbox"/> rivière

eau chaude dans l'étable	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
l'entreposage se fait uniquement en cuve	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Propreté de la cuve	<input type="checkbox"/> propre <input type="checkbox"/> peu sale <input type="checkbox"/> sale <input type="checkbox"/> très sale
nombre de Bidon plastique	
nombre de bidon almasilium	
nombre de bidon inox	
Propreté des bidons	<input type="checkbox"/> propre <input type="checkbox"/> peu sale <input type="checkbox"/> sale <input type="checkbox"/> très sale
produits utilisés pour le nettoyage	<input type="checkbox"/> javel <input type="checkbox"/> détergent ménager <input type="checkbox"/> détergent acide <input type="checkbox"/> détergent alcalin <input type="checkbox"/> eau seule
Ces produits sont utilisé à chaque lavage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Etape	Action	durée	Quantité d'eau	Température de l'eau
Prélavage	<input type="checkbox"/> pas de prélavage <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> prélavage interne <input type="checkbox"/> prélavage externe			
Lavage	<input type="checkbox"/> brosse <input type="checkbox"/> balai <input type="checkbox"/> éponge <input type="checkbox"/> autre.....			
	<input type="checkbox"/> Produit utilisé..... <input type="checkbox"/> concentration..... <input type="checkbox"/> lavage interne <input type="checkbox"/> lavage externe			
Rinçage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
Séchage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
Présence d'eau résiduelle	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			

Fiche cuve

Remarques

Prélavage	<input type="checkbox"/> pas de prélavage <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> prélavage interne <input type="checkbox"/> prélavage externe			
Lavage	<input type="checkbox"/> brosse <input type="checkbox"/> balai <input type="checkbox"/> éponge <input type="checkbox"/> autre.....			
	<input type="checkbox"/> Produit utilisé..... <input type="checkbox"/> concentration..... <input type="checkbox"/> lavage interne <input type="checkbox"/> lavage externe			
Rinçage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
Séchage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
Présence d'eau résiduelle	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			

Fiche bidon :

Remarque :

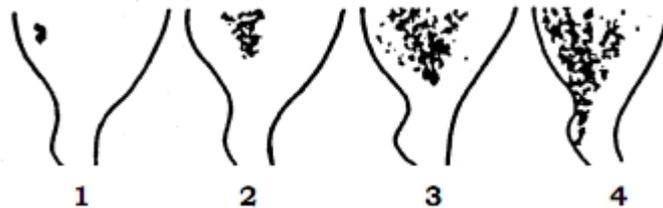
Méthode simplifiée d'appréciation de la propreté des bovins.

1. Principe :

Elle consiste à pointer le niveau de propreté d'une seule région anatomique sur la base d'une seule échelle comportant 4 niveaux, notés : 1-2-3-4 (voir illustration).

Lorsque le pointage est effectué sur un groupe d'animaux, le rapport entre le total des notes et le nombre d'animaux du groupe permet de calculer la note moyenne du groupe.

Références illustrées pour la notation de la propreté des bovins



Définition de la classe de propreté pour un animal ou un lot.

Note	Appréciation
Propre	1
Peu sale	2
Sale	3
Très sale	4

2. Application :

Le pointage est effectué sur le lot de bovin. Il est appliqué sur un échantillon de l'effectif sur les bases d'échantillonnage suivantes :

Effectif du groupe	Base d'échantillonnage
10	100%
11 à 20	50%
21 à 50	25%
Plus de 50	20%

N° vache	Note
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

MOYENNE	
---------	--

Décision :

Moyenne des notes	Classe
Entre 1 et 2	Propre
Entre 2 et 3	Peu sale
Entre 3 et 4	sale
Plus de 4	Très sale

APPENDICE D

RESULTATS BACTERIOLOGIQUES DES ECOUVILLONNAGES PAR ELEVAGE

Tableau : résultats bactériologique des vannes de vidanges des élevages utilisant les détergents lors des opérations de nettoyage.

Site : Vanne de vidange	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
1	2,4 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁴	5,3	4,1
2	1,4 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴	5,1	4,4
3	3,1 x 10 ⁵	4,7 x 10 ³	5,5	3,6
7	1,2 x 10 ⁶	2 x 10 ⁵	6,0	5,3
10	6,7 x 10 ⁵	5,2 x 10 ⁵	5,8	5,7
14	6,1 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	5,7	5,3
Moyenne	5,2 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	6,6	4,7

Tableau : résultats bactériologiques des vannes de vidanges des élevages utilisant les dégraissants ménagers lors des opérations de nettoyage.

Site : Vanne de vidange	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
4	1,2 x 10 ⁷	9,1 x 10 ⁶	7,0	6,9
5	1,1 x 10 ⁷	9,4 x 10 ⁶	7,0	6,9
6	2,3 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁶	6,3	6,2
8	8 x 10 ⁵	6,5 x 10 ⁵	5,9	5,8
9	9,1 x 10 ⁵	5,4 x 10 ⁵	5,9	5,7
11	7,5 x 10 ⁵	4,6 x 10 ⁵	5,8	5,6
12	10 ⁷	8,2 x 10 ⁶	7,0	6,9
13	7,1 x 10 ⁷	5,1 x 10 ⁶	7,85	6,7
15	3,9 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁵	5,6	5,3
Moyenne	5 x 10 ⁶	3,9 x 10 ⁶	6,5	6,2

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de cuves des élevages utilisant les détergents lors des opérations de nettoyage.

Site : fond de la cuve	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
1	1,1 x 10 ⁵	2,7 x 10 ³	5,0	3,4
2	1,6 x 10 ⁵	1,5 x 10 ³	5,2	3,1
3	10 ⁵	10 ³	5,0	3,0
7	5,3 x 10 ⁶	2 x 10 ³	6,7	3,3
10	8 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	5,9	5,2
14	6,4 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁴	5,8	4,3
Moyenne	1,1 x 10 ⁶	3,1 x 10 ⁵	5,6	3,7

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de cuves des élevages utilisant les dégraissants ménagers lors des opérations de nettoyage.

Site : fond de la cuve	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
4	1,5 x 10 ⁷	7 x 10 ⁶	7,1	6,8
5	4,3 x 10 ⁶	1,3 x 10 ⁶	6,6	6,1
6	1,5 x 10 ⁶	10 ⁵	6,1	5,0
8	5,3 x 10 ⁶	3,2 x 10 ⁵	6,7	5,5
9	6,4 x 10 ⁵	1,2 x 10 ⁵	5,8	5,0
11	5,6 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁴	5,7	4,5
12	7,3 x 10 ⁶	5,2 x 10 ⁶	6,8	6,7
13	4,2 x 10 ⁶	8,4 x 10 ⁵	6,6	5,9
15	4,7 x 10 ⁵	3,1 x 10 ⁵	5,6	5,4
Moyenne	4,8 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁶	6,4	5,5

Tableau : résultats bactériologiques des lames d'agitateurs des élevages utilisant les détergents lors des opérations de nettoyage.

Site : lame d'agitateur	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
1	1,3 x 10 ⁵	5 x 10 ³	6,1	3,6
2	1,2 x 10 ⁵	2,1 x 10 ³	6,0	3,3
3	9,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ³	4,9	3,1
7	8 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁴	5,9	4,1
10	5 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁵	5,6	5,3
14	3,8 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁴	5,5	4,3
Moyenne	3,3 x 10 ⁵	4,4 x 10 ⁴	5,7	4

Tableau : résultats bactériologiques des lames d'agitateurs des élevages utilisant les dégraissants ménagers lors des opérations de nettoyage.

Site : lame d'agitateur	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
4	1,1 x 10 ⁷	6 x 10 ⁶	7,0	6,7
5	2,4 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁶	6,3	6,2
6	1,2 x 10 ⁶	5 x 10 ⁵	6,0	5,6
8	4 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	5,6	5,2
9	3,5 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵	5,5	5,0
11	8,5 x 10 ⁵	1,8 x 10 ⁵	5,9	5,2
12	6 x 10 ⁶	3 x 10 ⁶	6,7	6,4
13	7,2 x 10 ⁶	5,2 x 10 ⁶	6,8	6,7
15	6,7 x 10 ⁵	7,2 x 10 ⁴	5,8	4,8
Moyenne	3,3 x 10 ⁶	1,3 x 10 ⁶	6,2	5,8

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de bidons en inox des élevages utilisant les détergents lors des opérations de nettoyage.

Site : bidon inox	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
2	6,4 x 10 ⁵	3,6 x 10 ⁵	5,8	5,55
14	8 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁵	5,9	5,5
Moyenne	7,2 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁵	5,85 ± 0,07	5,52 ± 0,03

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de bidons en inox des élevages utilisant les dégraissants ménagers lors des opérations de nettoyage.

Site : bidon inox	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
4	9 x 10 ⁶	6,7 x 10 ⁶	6,9	6,8
5	4,5 x 10 ⁶	6 x 10 ⁵	6,6	5,7
6	3,2 x 10 ⁵	10 ⁵	5,5	5
8	6 x 10 ⁶	10 ⁶	6,7	6
9	5 x 10 ⁵	3,6 x 10 ⁵	5,6	5,5
13	5,3 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁶	6,7	6,0
15	9 x 10 ⁵	10 ⁵	5,9	5
Moyenne	3,7 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁶	6,3 ± 0,5	5,7 ± 0,6

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de bidons en almasilium des élevages utilisant les détergents lors des opérations de nettoyage

Site : bidon almasilium	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
1	5 x 10 ⁵	4,5 x 10 ⁵	5,6	5,6
2	10 ⁶	8,5 x 10 ⁵	6	5,9
3	4,5 x 10 ⁵	5 x 10 ⁴	5,6	4,6
10	10 ⁶	7 x 10 ⁵	6	5,8
Moyenne	7,3 x 10 ⁵	5,1 x 10 ⁵	5,8 ± 0,2	5,5 ± 0,5

Tableau : résultats bactériologiques des fonds de bidons en almasilium des élevages utilisant les dégraissants ménagers lors des opérations de nettoyage.

Site : bidon almasilium	UFC/cm ² Avant nettoyage	UFC/cm ² après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) avant nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage
5	5,6 x 10 ⁶	10 ⁶	6,7	6
6	6,5 x 10 ⁵	4,5 x 10 ⁵	5,8	5,6
9	6,5 x 10 ⁵	4,5 x 10 ⁵	5,8	5,6
11	9 x 10 ⁵	7,1 x 10 ⁵	5,9	5,8
12	9,1 x 10 ⁶	7,2 x 10 ⁶	6,9	6,8
Moyenne	3,3 x 10 ⁶	1,9 x 10 ⁶	6,2 ± 0,5	6 ± 0,5

APPENDICE C

METHODE DE PRELEVEMENT.

- Ouvrir le tube stérile ;
- Sortir l'écouvillon ;
- Humidifier l'écouvillon dans un millilitre de solution NaCl peptoné à 0,1% (TSE). 5 g/l de thiosulfate de sodium ont été ajouté à la solution d'humidification comme neutralisant de désinfectants [34, 39] ;
- Ecouvillonner la surface à tester en frottant une fois verticalement et une fois horizontalement en appuyant fermement sur la surface tout en tournant l'écouvillon dans les deux sens, avec un angle de 30°. Une pression constante a été appliquée pendant la totalité du prélèvement [39] (voir Figure 5.6, 5.7, 5.8, 5.9) ;
- Replacer l'écouvillon dans l'étui en évitant qu'il ne frotte sur les parois et sans toucher l'ouverture de l'étui.
- Noter sur l'étui la date du prélèvement, le nom de l'éleveur et la surface prélevée.

APPENDICE E

CALCULS POUR DIFFERENTES TAILLES D'ELEVAGE

UTILISATION DES DEGRAISSANT		UTILISATION DES MOYENS ADAPTES		
CHARGES		CHARGES	2 premières années	après l'amortissement
dégraissants ménagers	0,0197	détergents	0,1625	0,1625
électricité	0,2009	hygiène de la traite	0,5239	0,5239
main d'œuvre	0,1096	chauffe eau	0,0685	0,0000
hygiène de la traite	0,5239	électricité + gaz	0,2192	0,2192
TOTAL	0,8541	main d'œuvre	0,1096	0,1096
		support de nettoyage	0,0037	0,0037
		contrôle frigoriste	0,0091	0,0091
		bidons inox	0,2872	0,0000
		TOTAL	1,3837	1,0280

BONUS /MALUS	
ANCIEN	NOUVEAU
1	1,5
0,5	0,5
0	0
-0,5	-1

nombre de VL	20
Prod/jour/vache	15
Prod/jour	300
nombre de bidons	10

UTILISATION DES DEGRAISSANT							
	Les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	0,146	-0,354	0,646	-0,354	-0,854	-1,354	-1,854
DA/jour	43,762	-106,238	193,762	-106,238	-256,238	-406,238	-556,238
DA/moi	1312,845	-3187,155	5812,845	-3187,155	-7687,155	-12187,155	-16687,155
DA/an	15754,142	-38245,858	69754,142	-38245,858	-92245,858	-146245,858	-200245,858

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES : LES DEUX PREMIERES ANNEES : AMORTISSEMENT EN COURS							
	les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	-0,384	-0,884	0,116	-0,884	-1,384	-1,884	-2,384
DA/jour	-115,098	-265,098	34,902	-265,098	-415,098	-565,098	-715,098
DA/moi	-3452,942	-7952,942	1047,058	-7952,942	-12452,942	-16952,942	-21452,942
DA/an	-41435,310	-95435,310	12564,690	-95435,310	-149435,310	-203435,310	-257435,310

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES APRES AMORTISSEMENT							
	les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	- 0,028	- 0,528	0,472	- 0,528	- 1,028	- 1,528	- 2,028
DA/jour	- 8,386	- 158,386	141,614	- 158,386	- 308,386	- 458,386	- 608,386
DA/moi	- 251,573	- 4 751,573	4 248,427	- 4 751,573	- 9 251,573	- 13 751,573	- 18 251,573
DA/an	- 3 018,871	- 57 018,871	50 981,129	- 57 018,871	- 111 018,871	- 165 018,871	- 219 018,871

Figure : Calculs pour un élevage de 20 vaches.

UTILISATION DES DEGRAISSANT		UTILISATION DES MOYENS ADAPTES		
CHARGES		CHARGES	2 premières années	après l'amortissement
dégraissants ménagers	0,0197	détergents	0,1083	0,1083
électricité	0,2009	hygiène de la traite	0,5239	0,5239
main d'œuvre	0,0731	chauffe eau	0,0457	0,0000
hygiène de la traite	0,5239	électricité + gaz	0,2192	0,2192
TOTAL	0,8176	main d'œuvre	0,0731	0,0731
		support de nettoyage	0,0024	0,0024
		contrôle frigoriste	0,0061	0,0061
		bidons inox	0,2872	0,0000
		TOTAL	1,2659	0,9330

BONUS / MALUS	
ANCIEN	NOUVEAU
1	1,5
0,5	0,5
0	0
-0,5	-1

nombre de VL	30
Prod/jour/vache	15
Prod/jour	450
nombre de bidons	15

UTILISATION DES DEGRAISSANT							
	Les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	0,182	-0,318	0,682	-0,318	-0,818	-1,318	-1,818
DA/jour	82,081	-142,919	307,081	-142,919	-367,919	-592,919	-817,919
DA/moi	2462,418	-4287,582	9212,418	-4287,582	-11037,582	-17787,582	-24537,582
DA/an	29549,022	-51450,978	110549,022	-51450,978	-132450,978	-213450,978	-294450,978

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES : LES DEUX PREMIERES ANNEES : AMORTISSEMENT EN COURS							
	les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	-0,266	-0,766	0,234	-0,766	-1,266	-1,766	-2,266
DA/jour	-119,642	-344,642	105,358	-344,642	-569,642	-794,642	-1019,642
DA/moi	-3589,260	-10339,260	3160,740	-10339,260	-17089,260	-23839,260	-30589,260
DA/an	-43071,115	-124071,115	37928,885	-124071,115	-205071,115	-286071,115	-367071,115

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES		APRES AMORTISSEMENT						
		les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau	
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1	
DA/litre/jour	0,067	- 0,433	0,567	- 0,433	- 0,933	- 1,433	- 1,933	
DA/jour	30,153	- 194,847	255,153	- 194,847	- 419,847	- 644,847	- 869,847	
DA/moi	904,576	- 5 845,424	7 654,576	- 5 845,424	- 12 595,424	- 19 345,424	- 26 095,424	
DA/an	10 854,912	- 70 145,088	91 854,912	- 70 145,088	- 151 145,088	- 232 145,088	- 313 145,088	

Figure : Calculs pour un élevage de 30 vaches

UTILISATION DES DEGRAISSANT		UTILISATION DES MOYENS ADAPTES		
CHARGES		CHARGES	2 premières années	après l'amortissement
dégraissants ménagers	0,0197	détergents	0,3250	0,3250
électricité	0,2009	hygiène de la traite	0,5239	0,5239
main d'œuvre	0,2192	chauffe eau	0,1370	0,0000
hygiène de la traite	0,5239	électricité + gaz	0,2192	0,2192
TOTAL	0,9637	main d'œuvre	0,2192	0,2192
		support de nettoyage	0,0073	0,0073
		contrôle frigoriste	0,0183	0,0183
		bidons inox	0,2872	0,0000
		TOTAL	1,7370	1,3128

BONUS / MALUS	
ANCIEN	NOUVEAU
1	1,5
0,5	0,5
0	0
-0,5	-1

nombre de VL	10
Prod/jour/vache	15
Prod/jour	150
nombre de bidons	5

UTILISATION DES DEGRAISSANT							
	Les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	0,036	-0,464	0,536	-0,464	-0,964	-1,464	-1,964
DA/jour	5,442	-69,558	80,442	-69,558	-144,558	-219,558	-294,558
DA/moi	163,272	-2086,728	2413,272	-2086,728	-4336,728	-6586,728	-8836,728
DA/an	1959,263	-25040,737	28959,263	-25040,737	-52040,737	-79040,737	-106040,737

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES : LES DEUX PREMIERES ANNEES : AMORTISSEMENT EN COURS							
	les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	-0,737	-1,237	-0,237	-1,237	-1,737	-2,237	-2,737
DA/jour	-110,554	-185,554	-35,554	-185,554	-260,554	-335,554	-410,554
DA/moi	-3316,625	-5566,625	-1066,625	-5566,625	-7816,625	-10066,625	-12316,625
DA/an	-39799,504	-66799,504	-12799,504	-66799,504	-93799,504	-120799,504	-147799,504

UTILISATION DES MOYENS ADAPTES				APRES AMORTISSEMENT			
	les bonus octroyés				ni bonus ni malus	les malus octroyés	
	ancien	ancien	nouveau	nouveau		ancien	nouveau
	1	0,5	1,5	0,5	0	0,5	1
DA/litre/jour	0,313	0,813	0,187	0,813	1,313	1,813	2,313
DA/jour	46,924	121,924	28,076	121,924	196,924	271,924	346,924
DA/moi	1 407,721	3 657,721	842,279	3 657,721	5 907,721	8 157,721	10 407,721
DA/an	16 892,655	43 892,655	10 107,345	43 892,655	70 892,655	97 892,655	124 892,655

Figure : Calculs pour un élevage de 10 vaches.

REFERENCES

1. Djellouli, H., « la laiterie, instrument d'encadrement et de soutien dans la production nationale », communication au 7^{èmes} Salon International des Productions et de la Santé Animale, (Alger, Mai 2009).
2. Bouguedour, R., Ichou, S., « La Filière Lait dans la Politique du Renouveau de l'Economie Agricole », communication aux 8^{èmes} Journées des Sciences Vétérinaires, La filière lait en Algérie : un défi à relever (Alger, 18 & 19 avril 2010).
3. Feknous, N., Rahal, K., Bouyoucef, A., « Contamination des citernes de collecte du lait cru, dans la région de la Mitidja » Communication orale au Salon International des Biotechnologies Agro-alimentaires, (2008), Tipaza
4. Rahal, K., « Production Laitière en Algérie. Besoin d'un suivi technique de proximité », Communication au 5^{ième} Salon International des Productions et de la Santé Animale, (Mai 2007).
5. Bonfoh, B., Roth, C., Traore, A.N., Fane, A., Simbe, C.F. Alfaroukh, I.O., Nicolet, J., Farah, Z., Zinsstag, J., "Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali)," Food control, V. 17, (2006), 153-161.
6. Bonfoh, B., Wasem, A., Traor, A.N., Fan, A., Spillmann, H., Simb, C.F., Alfaroukh, I.O., Nicolet, J., Farah, Z., Zinsstag, J., "Microbiological quality of cow's milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali)", Food Control, V.14, (2003), 495-500.
7. Si Ziani, Y., "Situation des fourrages en Algérie", communication au 7^{èmes} Salon International des Productions et de la Santé Animale, (Mai 2009).
8. Bencharif, A., «Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie», Options méditerranéenne, Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée, n° 32 (2001), 28-29.
9. Nouad, M.A., «filrière lait : Crise atout pour le développement», mag-vet, spécial, n° 60, (Mai-Juin, 2008), 19-23.

10. Amellal, R., « La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance », communication au 5^{ème} Salon International des Productions et de la Santé Animale, (Mai 2007).
11. Benelkadi, K., "Industrie laitière en Algérie : Un marché annuel de 1,7 milliard de litres», mag-vet, spécial, n° 50, (Avril-Mai, 2005), 21-23.
12. Centre National de l'Informatique et des Statistiques douanière (2009).
13. Benabdelaziz, S., "l'Algérie s'oriente vers la traçabilité en bovin laitier", Afrique agriculture n° 373, (novembre-décembre 2009), 14-26.
14. Nouad, M.A., "agropole laitier dans la région centre", communication au 7^{èmes} Salon International des Productions et de la Santé Animale, (Mai 2009).
15. Larpent, J.P., «Lait et produits laitiers non fermentés» in Bourgeois, C.M., Mesclé, J.-F. et Zucca, J. «Microbiologie alimentaire tome I : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ». Edit Lavoisier Tech&Doc .Paris, (1996), 671p.
16. Dillon, J. C., "Place du lait dans l'alimentation humaine en régions chaudes", Options Méditerranéennes - Série Séminaires, n° 6, (1989), 163-168.
17. Vignola, C.L., " Science et technologie du lait: transformation du lait ", Edit, Fondation de technologie laitière du Québec. Québec, (2002), 600p.
18. Le Page, Ph., les cellules du lait et de la mamelle, journées nationales GTV-INRA (Nantes / 26-27-28 mai 1999), 7-11.
19. Desmazeaud, M., « les bactéries lactiques », in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., Les groupes microbiens d'intérêt laitier, CEPIL, Paris, (1992), 9-60.
20. Naud, A.I., Legault-Demare, J., Cretin-Maitenaz, P., « les bactéries propioniques » in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., Les groupes microbiens d'intérêt laitier, CEPIL, Paris, (1992), 85-126.
21. Gueguen, M., Schmidt, J.L., les levures et *Geotrichum candidum*, in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., Les groupes microbiens d'intérêt laitier, CEPIL, Paris, (1992), 165-220.
22. Richard, J., « Les bactéries psychrotrophes » in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., « Les groupes microbiens d'intérêt laitier », CEPIL, Paris, (1992), 259 – 276.

23. Coiffier, O., les bactéries coliformes, in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., Les groupes microbiens d'intérêt laitier, CEPIL, Paris, (1992), 303-324.
24. Sommelier, L. et Heuchel, V., "Caractérisation microbiologique et aptitude technologique des laits ultrapropres", *Compte-rendu Institut de l'Elevage*, n° 9983118, (1999), 32p.
25. Heuchel, V., "Prévalence et principaux facteurs de risque de la contamination du lait à la production par les bactéries pathogènes", *Journées nationales des GTV, Tours (29-31 mai 2002)*, 233-237.
26. Cerf, O., "risques bactériens liés aux produits laitiers", *Revue Française des Laboratoires*, N ° 348, (décembre 2002), 67-69.
27. Fernane, H., "Les mammites d'origine bactérienne chez les bovins laitiers dans l'ouest algérien", *Mémoire de magister, ISV, Centre Universitaire de Tiaret*, (2000).
28. Bouaziz, O., "Prévalence des différents germes responsables de mammites cliniques de la vache dans l'est algérien", *Séminaire international sur l'hygiène et la sécurité sanitaire alimentaire, Laboratoire de recherche pathologie animale de développement des élevages et surveillance de la chaîne alimentaire de DAOA*, (2001).
29. Baaziz, D., "Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru de vache dans la région de la Mitidja", *Mémoire de magister, Département des Sciences Vétérinaires, Université de Blida*, (2006).
30. Beroual, K., "Caractérisation des germes d'origine bactérienne responsables des mammites bovines dans la région de la Mitidja", *Mémoire de magister, Département des sciences vétérinaires, Université de Blida*, (2003).
31. Gharbi, S., "Essai de dépistage des mammites au moyen d'un coulter-counter : Etude préliminaire dans la région de la Mitidja", *Mémoire de magister, Département des sciences vétérinaires, Université de Blida*, (2002).
32. Lebres, E.H.A., "Etude de la prévalence et analyse du risque de listeria monocytogenes dans les laits crus dans la région centre", *Mémoire de doctorat, ISV, Centre Universitaire d'El Tarf*, (2006)

33. JORA, Journal Officiel de la République Algérienne n°35 du 27 mai 1998 relatif aux critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires.
34. Charpentier, J. « L'inspection du nettoyage et de la désinfection ». In : Leveau, J.Y., Bouix, M. Coord. Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries. Paris : Lavoisier Tec & Doc. 1999, p. 374-382.
35. Afssa, " Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande de création de documents de référence concernant des flores microbiennes utilisables en tant qu'indicateurs d'hygiène des procédés", Afssa – Saisine n° 2006-SA-0215, (18 janvier 2007), 9p.
36. Sato, S., Friis, A., Wirtanen, G., "Cleaning validation of fermentation tank", food and bioproducts processing, (2008), doi:10.1016/j.fbp.2007.10.019.
37. Páez, R., Taverna, M., Charlón, V., Cuatrin, A., Etcheverry, F., Da Costa, L. H. Application of ATP Bioluminescence Technique for Assessing Cleanliness of Milking Equipment, Bulk Tank and Milk Transport Tankers. Food Protection Trends, V. 23, (2003), 308-314.
38. Fagan, E.F., Vanerli, B., Márcia, A. F.B., Muller, E.E., Nero, L. N., Santana, E.H.W., Magnani, D.F., Vacarelli, E.R., Silva, L.C., PEREIRA M.S. Evaluation and implementation of good practices in main points of microbiological contamination in milk production. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, V. 26, N° 1, (2005), 83-92
39. Dolabela-Costa, P., José-Andrade, N., Cardoso-Brandão, S.C., Vieira-Passos, F.J., Ferreira-Soares, N.F., « ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces », Brazilian Journal of Microbiology. V. 37, (2006), 12p.
40. Vilar, M.J., Rodríguez-Otero, J.L., Diéguez, F.J. Sanjuán, M.L., Yus, E. "Application of ATP bioluminescence for evaluation of surface cleanliness of milking equipment" International Journal of Food Microbiology 125 (2008) 357–361.
41. Vissers, M.M.M., Driehuis, F., Te Giffel, M.C., De Jong, P., Lankveld, J.M.G., « improving farm management by modeling the contamination of farm tank milk with butyric acid bacteria », Journal of Dairy Science, V. 89, (2006), 850-858.

42. Pamela, L., Reinemann, R. D., Hohmann, K., «The Effect of Milking Management on Microbial Quality», Presented at XII Curso Novos Enfoques Na Producao e reproducao de Bovinos, Uberlandia Brazil, (March 2008), 6-8,
43. Siosarran, V., « Hygiène du lait cru en zone urbaine et périurbaine de Niamey, Niger », Thèse pour l'obtention du diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes, Université Montpellier II, (2003), 66p.
44. Billon, P., «Efficacité du rinçage de l'intérieur des manchons trayeurs entre deux vaches», institut de l'élevage, Compte rendu, n° 2013106, (2001), 13p.
45. Holm, C., Jepsen, L., Larsen, M., Jespersen, L., « Predominant Microflora of Downgraded Danish Bulk Tank Milk », J. Dairy Sci, V. 87, (2004), 1151–1157.
46. Jayarao, B. M., Wang, L., « A Study on the Prevalence of Gram-Negative Bacteria in Bulk Tank Milk », Journal of Dairy Science, V. 82, n° 12, (1999), 2620-2624.
47. Hayes, M. C., Ralyea, R. D., Murphy, S. C., Carey, N. R., Scarlett, J. M. Boor, K. J., «Identification and Characterization of Elevated Microbial Counts in Bulk Tank Raw Milk», J. Dairy. Sci, V. 84, (2001), 292–298.
48. Djellata, N., «approche préliminaire du contrôle sanitaire laitier et facteurs de risque dans quelques élevages de la région de la Mitidja », mémoire de magister DSV de Blida (2009).
49. Hermier, J., «Les autres germes pathogènes» in Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., « Les groupes microbiens d'intérêt laitier », CEPIL, Paris, (1992), 539-545.
50. Philippon, A., Renouy, G., Plommet, M., « brucellose bovine expérimentale : excrétion de « brucella abortus » par le colostrum et le lait », Ann. Rech. Vétér, V. 2, n° 1, (1971), 59-67.
51. Faye, B., Loiseau, G., « Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité » in Hanak, E., Boutrif, E., Fabre, P., Pineiro, M., « Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement ». Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO, (11-13

décembre 2000), Montpellier, France, CIRAD-FAO. Cédérom du CIRAD, Montpellier, France.

52. Kodio, A., « qualité de produits laitiers de production artisanale et industrielle », thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto stomatologie Bamako, (2005).
53. Mtaalah, B., Oubey, Z., Hammami, H., « Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque de mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier », *Revue Médecine Vétérinaire*, V. 4, n° 153 (2002), 251-260.
54. Rahal K. Amélioration de la production laitière en Algérie. De l'hygiène de la traite au contrôle laitier, *Revue Magvet*, n°62, (2009) 19-23.
55. Trolard, J., « Le logement du troupeau laitier, concevoir et conseiller », Edit France Agricole, BTPL, (2001), 184p.
56. Michel, V., Hauwuy A., Chamba J.F., « La flore microbienne des laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production », *Le lait*, n° 81, (2001), 575-592.
57. Hussain, I., Anwar, J., « A study on contamination of aflatoxin M1 in raw milk in the Punjab province of Pakistan », *Food Control*, V. 19, (2008), 393–395.
58. Parkash, M., Rajasekar, K., Karmegam, N., "Bacterial Population of Raw Milk and Their Proteolytic and Lipolytic Activities", *Research Journal of Basic and Applied Sciences*, V. 3 n° 6, (2007), 848-85.
59. Sanaa, M., Poutre, I. B., Ménard, J.L., Sérieys, F., « Risk factors associated with contamination of raw milk by *Listeria monocytogenes* in dairy farms ». *J. Dairy Sci.*, n° 76, (1993), 2891-2898.
60. De Jesus, A.J., Olsen, A.R., Bryce, J. R., Whiting, R. C., « Quantitative contamination and transfer of *Escherichia coli* from foods by houseflies, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) », *International Journal of Food Microbiology*, V. 93, (2004), 259– 262.
61. Joncour, G., « la qualité de l'eau », Journées nationales des GTV, 22, 23, 24, Angers, (1996), 251-267.
62. Kammer, M., Ganiere, JP., « Qualité de l'eau d'abreuvement des ruminants », *Le Point Vétérinaire*, (1998), 75-82.

- 63.Reinemann, D. J., Wolters, G.M.V.H., Billon, P., Lind, O., Rasmussen, M. D. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines, (2003), [en ligne] disponible sur: <<http://128.104.248.62/uwmril/pdf/MilkMachine/Cleaning/03%20IDF%20CIP%20Bulletin.pdf>> (consulté le 23. 01. 2008).
- 64.Lefrileux, Y., Le Mens, P., «Evaluation du pouvoir contaminant d'une machine à traire : Comparaison de 4 méthodes», PEP, Rhône Alpes, caprins, (mars 2004), 26p.
- 65.Costello, M., Min-suk, R., Bates, M.P., Clark, S., Lloyd, O. L., Dong-Hyun, K., « Eleven-year Trends of Microbiological Quality in Bulk Tank Milk», Food Protection Trends, V. 23, n° 5, (2003), 393-400.
- 66.Chatelin, Y.M., Richard, J., » Etude de quelques cas de contaminations microbiennes importantes du lait à la ferme », Le Lait, V. 61, (1981), 80-94.
- 67.Couture, M., Préalables HACCP à la laiterie de ferme : quelles sont mes motivations ? Symposium sur les bovins laitier, CRAAQ, Quebec, (21 Octobre 2004), 8p.
- 68.Göncü-Karakök, S., « Cow Milk Quality and Critical Control Points on Farm Conditions”, *Hayvansal Üretim*, V. 48 n°2, (2007), 55-59.
- 69.Alloui-Lambarkia, O., Lachkhab, S., Youcef, L., « influence du temps de réfrigération sur la qualité bactériologique et biochimique du lait », Renc. Rech. Ruminant, V. 9, (2002), 373-374.
- 70.O'connor, C.B., « Rural dairy technology », Training Manuel, ILRI, International Livestock Research Institute, Ababa, Ethiopia, (1994), 133p.
- 71.Vincent, J., "La chimie du nettoyage" in Leveau, J.Y., Bouix, M. *Coord. "Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries"*. Edit Lavoisier Tec & Doc. Paris, (1999), 167-204. (Sciences techniques et agroalimentaires).
- 72.AFNOR NF T72.101 normes de vocabulaire, cité par Amgar, A., Hermon, C., "Les désinfectants chimiques", in Albert, A. *Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires"*. Asept, Laval, (1998), 101 - 107.

- 73.FAO, « l'hygiène dans l'industrie alimentaire, 1993, [en ligne] disponible sur <http://www.fao.org/DOCREP/004/T0587F/T0587F03.htm> 1993» (page consultée le (02/03/2009).
- 74.Maxcy, R. B., "Nature and cause of yellow film occurring on dairy equipment", *Journal of Dairy Science*, V. 56, n° 2, (1972), 164-167.
- 75.Nicholas, P., Cosman, K. F., Roscoe, S. G., "Electrochemical impedance spectroscopy study of the adsorption behavior of lactalbumin and b-casein at stainless steel", *Journal of Electro analytical Chemistry*, V. 574, (2005) 261–271.
- 76.Garmoth, M., Bodyfelt, F.W., "Good farm equipment sanitation means better milk quality tests", *Oregon State university Extensive service*, EM 8404, (June 1993), 75-79.
- 77.Stepanovic, S., Cirkovi, I., Mija, V., Svabi-Vlahovic, M., "Influence of the incubation temperature, atmosphere and dynamic conditions on biofilm formation by *Salmonella* spp", *Food Microbiology*, V. 20, (2003), 339–343.
- 78.Bourion, F., "Encrassement des surfaces : souillures minérales, organiques et microbiologiques" in Albert, A. Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires". Asept, Laval, (1998), 67-72.
- 79.Laithier, C., « spécial résultats du programme biofilms 2002-2004 », le cahier fermier, n° 14 (Octobre 2005), institut de l'élevage.
- 80.Schmidt, R. H. "Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations" [en ligne]. 1997. Disponible sur : <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FS/FS07700.pdf> (page consultée le 23.11.2008).
- 81.Mourcel, P., "Les produits de nettoyage et de désinfection : les détergents alcalins et alcalins chlorés" in Albert, A. Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires". Asept, Laval, (1998), 75 - 81.
- 82.Nobile, C.J., Mitchell, A.P., "Microbial biofilm : e pluribusnum", *Current biology*, V. 17, n° 10, (2005), 349-353
- 83.Nzabuheraheza, D.F., " Milk production an hygiene in rwanda", *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, V. 5, n° 2, (2005), 12p

84. Amgar, A., Hermon, C., "Les désinfectants chimiques", in Albert, A. Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires". Asept, Laval, (1998), 101 - 107.
85. Bousser, C., "Combinaison du nettoyage et de la désinfection" in Leveau, J.Y., Bouix, M. Coord. "Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries". Edit Lavoisier Tec & Doc. Paris, (1999), 167-204. (Sciences techniques et agroalimentaires).
86. Alvarez, N., Gesan-Guiziu, G., Dauin, G. "The role of surface tension of re-used caustic soda on the cleaning efficiency in dairy plants", International Dairy Journal, V. 17, (2007), 403 – 41.
87. Pyen. J.L., "Les produits de nettoyage : principes actifs, mode d'action" in Corrieu, G., Lalande, M., Leveau, J.Y. Coord. "Gestion et maîtrise du nettoyage et de la désinfection en agroalimentaire". Edit, Lavoisier Tec & Doc. Paris, (1985), 89 - 97.
88. Bremer, P., Fillery, S., McQuillan, J., "Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms", International journal of food microbiology, V. 106, (2006), 254-262.
89. Byun, M.W., Kim, J.H., Kim, D.H., Kim, H.J., Jo, C., " Effects of irradiation and sodium hypochlorite on the micro-organisms attached to a commercial food container", Food Microbiology, V. 24, (2007), 544 – 548
90. Mourcel, P., "Les produits de nettoyage et de désinfection : les détergents acides" in Albert, A. Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires". Asept, Laval, (1998), 82 - 87.
91. Castaing, P. "Matériaux constitutifs des surfaces : durabilité des polymères composites" in Albert, A. Coord. "Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires". Asept, Laval, (1998), 50-67.
92. Cantonne, J.C., Tournier, R., "Corrosion et anticorrosion des matériaux métalliques utilisés dans les équipements et les ateliers bio-industriels : les matériaux métalliques à usage bio-industriel" in Leveau, J.Y., Bouix, M. Coord. "Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries". Edit Lavoisier Tec & Doc. Paris, (1999), 42-46.

93. Brewer, A.J., Cumby, T.R., Dimmock, S.J., "Dirty water from dairy farms, II: treatment and disposal options", *Bioresource Technology*, V. 67, (1999), 161-169.
94. Bannoud, A. H., "Elimination de la dureté et des sulfates contenus dans les eaux par nanofiltration", *Desalination*, V. 137, (2001), 133-139.
95. Demeziere, F., "Méthodes, matériels, et techniques" in Albert, A., Coord. Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires. Asept, Laval, (1998), 109-158.
96. IDF, continuous to monitoring machine milking, bulletin of international dairy federation, (2006), n° 404, Brussels, 36p.
97. Héry, M., Binet, S., Gagnaire, F., Gerardin, F., Hecht, G., Massin, N., "Nettoyage et désinfection dans l'industrie agroalimentaire : évaluation des expositions aux polluants chimiques", document pour le Médecin de Travail, V. 57, n° 95, (2003), 333-350
98. Gillet, A., "Mécanisme d'action des désinfectants et leur formulations" in in Leveau, J.Y., Bouix, M. Coord "Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries". Edit Lavoisier Tec & Doc. Paris, (1999), 236-255.
99. FAO, "Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports", 1995 [en ligne] disponible sur : <<http://www.Faoorg/docrep/003/x6550f/X6550F04.htm>> (page consulté le 20. 01.2008)
100. ONS, « annuaire statistique de la wilaya de Tizi-ouzou », (2008), 12p.
101. DSA, statistiques agricoles. Effectifs des animaux gros bétails, campagne 2007/2008, Tizi-Ouzou.
102. Raynaud, S., Heuchel, V., « Surveillance et maîtrise de la prévalence du portage des *Escherichia coli* productrices de shiga-toxines (STEC) dans les élevages bovins- Recherche des moyens de prévention de la contamination du lait cru à la production » , Institut de l'élevage, rapport n° 150531001 (avril 2005).
103. ISO. Microbiologie des aliments : préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique - Partie 1: Règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales. ISO 6887-1, Genève : ISO, (1999), 5p.

- 104.AFNOR. Microbiologie des aliments : dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine. NF V08051. Paris : AFNOR, (1999), 8 p.
- 105.Toma, B., Dufour, B., Sanaa, M., Benet, J.J., Shaw, A., Moutou, F., Louza, A. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animalestransmissibles majeures. AEEMA, (2001), 692p.
- 106.Otz, P., "Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique", mémoire pour l'obtention du grade de docteur vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon 1, (2006), 113p.
- 107.IDF, "Evaluating milking performance", Bulletin of the international dairy federation, Brussel, n° 396, (2005), 29p.
- 108.Hedouin, C., « Produire un lait de qualité passe par une propreté exemplaire de la salle de traite et de la laiterie », 2003. [en ligne] (27/05/2003) Adresse URL :http://www.int-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/article_proprete_locaux_traite_OK.pdf. (consulté le 05/01/2009).
- 109.Ehaval, H., Salej, A., Çalişkan, H., et al. "Food process hygiene, effective cleaning and safety in the food industry". In: *Microbial contaminants and contamination routes in food industry - 1ST open seminar arranged by SAFOODNET*. Finland : Gun Wirtanen and Satu Salo. JAN 22-23, 2007, p. 129-144.
- 110.Tissier, J.P., Leclercq-Perlat, M. N., Cerf, O. Modélisation. In : Leveau, J.Y., Bouix, M. (Edts.). Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries. Paris: Lavoisier Tec & Doc. (1999), 275-308.
- 111.Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.