

Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie)

AMEUR Abderrahmane*, RAHAL Karim*, BOUYOUCEF Abdallah*

* Faculté des sciences agro-vétérinaires, B.P : 270 – Route de Soumâa 09100 Blida, Université de Blida, Algérie

Résumé

La qualité hygiénique du lait cru est un sujet relativement récent pour les acteurs de la filière lait en Algérie. Jusqu'à présent, le lait cru collecté présentait un taux de contamination microbienne très élevé (entre 5 et 7 Log₁₀ UFC/mL), 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. Dans cette phase de transition, la présente étude se propose de décrire les pratiques de nettoyage des tanks de réfrigération et des bidons des élevages de la région de Freha, en relation avec l'efficacité 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 tanks nettoyées aux détergents alcalins et acides par rapport à l'utilisation des dégraissants ménagers, lesquels laissaient des niveaux de contamination résiduelle élevés, de l'ordre de 5 log₁₀ UFC/cm². Il n'en demeure pas moins que des améliorations restent à faire concernant l'utilisation de détergents adaptés, avec les concentrations, la température et un temps de contact adéquats.

Mots clés : lait cru ; nettoyage ; tanks de réfrigération ; qualité hygiénique ; Freha.

1. 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 bactérienne du lait cru livré aux laiteries présente de fortes contaminations, de l'ordre de 7 Log₁₀ UFC/cm² [3]. La présente étude se fait dans un contexte où des laiteries d'envergure ont décidé de mettre en place de nouvelles mesures de paiement à la qualité bactériologique du lait cru. Pour ce faire, elles ont mis à disposition des éleveurs des produits homologués pour le nettoyage-désinfection de tout matériel en contact avec le lait.

Les données de la littérature citent plusieurs facteurs de contamination du lait, à commencer par l'hygiène de la traite, le respect de la chaîne du froid et les délais de livraison à la laiterie [4, 5] et le matériel en contact du lait (stockage et traite) en effet, mal nettoyé et désinfecté, il devient propice à la formation de biofilms microbiens susceptibles de contaminer le lait [6].

Ainsi donc, outre les différentes sources de contamination du lait en amont de la production, le nettoyage et la désinfection du matériel en contact avec le lait et la réfrigération jouent un rôle prépondérant dans la contamination du lait [5, 7].

Les questions qui se sont initialement posées étaient : « dans ce nouveau contexte de paiement à la qualité, comment ont évolué les pratiques d'hygiène à la ferme ? ». Des travaux ont été retrouvés en Algérie pour répondre plus particulièrement à la question de l'hygiène de la traite [5]. Aussi, le premier objectif de la présente étude est de décrire les pratiques postérieures à la traite, notamment le nettoyage des tanks de réfrigération et bidons à la ferme. Un second objectif a consisté à vérifier dans quelle mesure ces pratiques étaient efficaces sur le plan bactériologique.

2. Matériels et méthodes

2.1. Pratiques de nettoyage des tanks de réfrigération

Des visites de 15 élevages munis ont été effectuées afin de noter les pratiques de nettoyage du tank de réfrigération et des bidons.

Les fiches ont été minutieusement remplies par observation directe de 9 paramètres (taille des élevages, état de propreté des locaux d'entreposage, notation des pratiques de nettoyage-désinfection des tanks et des bidons). Pour compléter la notation sur fiche, nous avons relevé la température de l'eau utilisée lors du nettoyage ainsi que la concentration des produits de nettoyage.

2.2. Evaluation de l'efficacité des pratiques de nettoyage

Pour l'évaluation de l'efficacité des pratiques de nettoyage, la méthode a consisté en un écouvillonnage avant et après nettoyage, puis analyse bactériologique au laboratoire. Un écouvillonnage du fond du tank a ainsi été réalisé, tel que décrit par Fagan *et al.* [8] ; de même qu'un écouvillonnage de la lame de l'agitateur et de la paroi latérale interne de la vanne de vidange [9]. En ce qui concerne les bidons, nous avons effectué un seul prélèvement (du fond) par type de bidons trouvé au niveau de la ferme.

La technique utilisée est celle de l'écouvillonnage humide d'une surface de 10 cm², délimitée par un gabarit stérile [10]. Pour éviter les effets résiduels des désinfectants, nous avons effectué tous les prélèvements une heure après la fin des opérations de nettoyage [8].

Chaque écouvillon a été collecté dans un tube contenant 10 mL de solution TSE, additionnée de 5 g/L de thiosulfate de sodium [11]. Ce tube de solution mère est secoué vigoureusement avant la dilution. A partir de là, des séries de dilutions décimales sont réalisées conformément à la norme ISO 6887-1, jusqu'à la dilution 10⁻⁵ [12]. Les échantillons ont été soumis au dénombrement de la flore aérobique mésophile totale sur milieu PCA (Plat Count Agar) après 72 heures d'incubation à 30°C, conformément à la norme AFNOR [13]. 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) [11]. Toutes ces étapes ont été effectuées par le même opérateur, ce qui permet de réduire quelque peu la variabilité des résultats.

2.3. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies et traitées sur Excel 2007. Lorsque les calculs sont effectués sur un échantillon, les résultats sont exprimés en moyenne $\pm \sigma$ (écart-type) [14]. Lorsque les calculs sont effectués sur la totalité de la population, les résultats sont exprimés sous forme de moyenne uniquement [14].

Pour les résultats de l'analyse bactériologique : les calculs ont été effectués après transformation logarithmique en base 10 des résultats d'analyses microbiologiques (UFC/cm²). Nous avons calculé les moyennes arithmétiques et l'écart-type des Log₁₀ UFC/cm² pour chaque site testé. A partir de ces moyennes logarithmiques, nous avons effectué le test de Student pour échantillons

appariés au seuil de 5% pour la comparaison des moyennes avant et après nettoyage. Ensuite, nous avons appliqué le test de Student pour des échantillons indépendants au seuil de 5% pour la comparaison entre les moyennes des surfaces en Log₁₀ UFC/cm², après nettoyages entre les élevages utilisant les détergents et les dégraissants ménagers.

3. Résultats et discussion

La contamination bactérienne du lait cru est une préoccupation relativement récente pour les acteurs de la filière lait en Algérie. Dans le nouveau contexte de paiement à la qualité bactériologique du lait cru adopté par certaines laiteries d'envergure, la présente étude a voulu décrire les pratiques de nettoyage des cuves et des bidons, et vérifier l'efficacité bactériologique directement par écouvillonnage des surfaces nettoyées, telles que décrites par Fagan *et al.* [8]. Il aurait été possible de vérifier indirectement l'efficacité par analyse des résultats bactériologiques du lait cru. Cependant, les sources de contamination étant nombreuses, il n'était pas possible de relier ces contaminations du lait à l'état des surfaces. En effet, outre le nettoyage des cuves de stockage, d'autres paramètres jouent un rôle important dans la contamination du lait, à savoir : la contamination à la traite, la chaîne de réfrigération et les délais de livraison à la laiterie [4, 5]. Ces paramètres sont donc nombreux et seront développés dans d'autres études.

3.1. Pratiques de nettoyage

Concernant la présente étude, seuls les élevages disposant d'un tank de réfrigération ont été retenus, ce qui correspond à 15 élevages parmi les 101 livrant leur lait au centre de collecte de la région. De ce fait, ces résultats peuvent être considérés comme précis et représentatifs à un moment donné de la production de lait arrivant au centre de collecte de Freha. Cependant, dans le contexte de cette étude, il a été demandé aux éleveurs d'effectuer le nettoyage du tank après notre arrivée, ce qui a pu fausser quelque peu les résultats, car les tanks et les bidons doivent être nettoyés immédiatement après vidange. De plus les opérations de nettoyage ont été effectuées en notre présence ce qui aurait pu pousser les éleveurs à améliorer davantage leurs habitudes de nettoyage.

Pour décrire l'état de propreté des tanks de réfrigération, un certain nombre de paramètres ont été considérés. Le premier a trait à la présence ou non d'un local spécialement aménagé pour l'entreposage du lait ; seuls 8/15 élevages disposaient d'un local. Un tel local permet d'assurer une bonne propreté du tank lui-même et de ses alentours, ce qui limite le risque de contamination accidentelle du lait [15].

14/15 élevages utilisaient pour les opérations de nettoyage l'eau de puits non potable, ce qui se répercute

sur la qualité du nettoyage. En effet, une eau de mauvaise qualité bactériologique peut se répercuter sur le résultat du lavage des tanks et autres ustensiles [4].

Concernant les produits utilisés pour le nettoyage, 6/15 utilisaient des détergents homologués (Tableau 1), 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 9/15 des éleveurs aient tendance à utiliser, pour l'instant, des dégraissants ménagers. Ces produits ménagers sont utiles pour enlever les traces de matières organiques, sans pour autant avoir d'action désinfectante, ni déminéralisante. Des traces de pierre de lait (dépôt de sels de calcium et de magnésium, provenant de l'eau et des protéines et des matières grasses du lait) peuvent ainsi s'accumuler dans les endroits inaccessibles des tanks de réfrigération et autres ustensiles.

Les modalités de nettoyage des tanks à la ferme étaient les suivantes : un prélavage au jet d'eau, puis lavage à l'aide de détergents, et., enfin, un rinçage final. (11/15) des éleveurs utilisent une eau de lavage froide, alors que les températures préconisées pour le prélavage et la préparation des solutions détergentes sont comprises entre 43 et 77°C [16]. Des températures inférieures rendent le lavage difficile et peu efficace. De même, les éleveurs (6/15) utilisent des détergents homologués à de plus faibles concentrations, ce qui ne permet pas d'avoir une action efficace [17]. Le reste (9/15) utilisent des dégraissants ménagers en quantités plus élevées, ce qui induit la formation d'une mousse abondante sur les surfaces. La mousse permet d'augmenter le contact entre la surface et le produit de nettoyage, mais ne doit en aucune manière sécher sur les surfaces sinon les résidus chimiques sont difficiles à éliminer [18]. Enfin, le temps de contact n'était pas respecté (moyenne : 4,24 minutes), sachant que le fabricant des produits homologués recommande de laisser tremper ou de faire circuler le produit pendant 15 minutes.

Tous ces paramètres (température, action mécanique, concentration, temps de contact), ne semblent pas être appliqués, soit par manque de vulgarisation, soit que les mesures de paiement à la qualité ne sont pas réellement attractives. Ceci entraînerait nécessairement un nettoyage peu efficace, comme nous le verrons à travers les analyses bactériologiques.

3.2. Efficacité des pratiques de nettoyage

Au total 126 prélèvements ont été effectués, dont 90 au niveau des tanks et 36 à partir des bidons (Tableaux 1, 2 et 3). Les résultats de lavage utilisant les dégraissants ménagers (Tableau 2) montrent que, malgré la différence significative constatée avant et après nettoyage, les niveaux de contamination résiduelle restent élevés, à savoir 5,6 Log₁₀ UFC/cm² pour le fond du tank 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 du tank.

Pour les élevages utilisant les détergents alcalins et acides (Tableau 3), les résultats montrent une différence significative entre les niveaux de contamination initiaux et résiduels pour tous les sites testés, à l'exception des bidons en aluminium. Les alcalins chlorés sont bien connus pour leur activité désinfectante, caractérisée par un large spectre d'activité et leur efficacité à éliminer la partie organique des souillures, mais le nettoyage reste incomplet dans la mesure où il reste sur les surfaces un dépôt minéral, qu'il faut traiter avec un acide [19].

Dans l'ensemble, les plus bas niveaux de contamination résiduelle ont été enregistrés au niveau du fond du tank, alors que les plus forts taux de contamination ont été observés 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 tanks qu'avec la paroi de la vanne de vidange [11].

La différence non significative observée au niveau des bidons en aluminium, que ce soit avec les détergents acide/alcalin ou avec les dégraissants ménagers serait dû au fait que ces bidons sont anciens, présentant des taches de corrosion propices au développement des micro-organismes [20].

Une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été notée entre les résultats de nettoyage avec les détergents homologués et avec les dégraissants ménagers, ceci pour toutes les surfaces à l'exception des bidons (Tableau 4). Ceci pourrait s'expliquer par l'efficacité des produits adaptés au lavage des surfaces en inox, mais il est possible également que les éleveurs qui achètent ce type de produits représentent une catégorie d'éleveurs plus soucieux de la qualité de leur production.

Cependant les niveaux de contamination résiduels restent élevés, dû probablement à l'eau de nettoyage qui était non potable et au fait que le nettoyage n'a pas été effectué immédiatement après vidange. En effet, les surfaces peuvent être recontaminées si l'eau utilisée pour le nettoyage est de mauvaise qualité bactérienne [21]. Pour éviter une éventuelle recontamination des surfaces, il est recommandé d'ajouter un désinfectant à l'eau de rinçage final chaque fois qu'un doute subsiste sur sa qualité bactériologique [21].

Des études menées au Mali et au Brésil ont montré que les récipients nettoyés avaient des taux de contamination résiduels élevés, de l'ordre de 6,9 log₁₀ UFC/cm² [4, 8]. 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 étaient dans leur ensemble aussi élevés que les nôtres, ce qui montre bien que les pratiques de nettoyage étaient peu efficaces. Par contre, après instauration d'un protocole rigoureux de lavage, ces taux ont été ramenés à 2,5 log₁₀ UFC/mL [4] et 0,4 log₁₀ UFC/cm² [8].

Tableau 1.

Composition et conditions d'application des détergents homologués.

	composition	Application	conditions d'application			
			T(minutes)	pH	C(%)	T(°C)
détergent alcalin chloré	mélange de soude caustique et d'hypochlorite de sodium	trempage ou circulation	15	> 12	0,75	40-60
détergent acide	mélange d'acides forts, de tensioactifs, d'acides faibles et d'agents complexants	trempage ou circulation	15	<3	0,5	40-60

Tableau 2.

Résultats du dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage avec les dégraissants ménagers.

Sites de prélèvement	Flore totale avant nettoyage		Flore totale après nettoyage		Analyse statistique (avant vs après)
	Nombre d'échantillons	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	Nombre d'échantillons	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	
Vanne de vidange	9	6,5	9	6,2	ns
Fond de tank	9	6,3	9	5,6	*
Lame d'agitateur	9	6,2	9	5,8	*
Bidon inox	7	6,3 ± 0,5	7	5,7 ± 0,6	*
Bidon aluminium	5	6,2 ± 0,5	5	6 ± 0,5	ns

ns : non significatif, * p < 0,05

Tableau 3.

Résultats du dénombrement de la flore totale avant et après nettoyage des élevages utilisant les détergents homologués.

Sites de prélèvement	Flore totale avant nettoyage.		Flore totale après nettoyage.		Analyse statistique (avant vs après)
	Nombre d'échantillons	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	Nombre d'échantillons	Moyenne ± écart-type Log ₁₀ (UFC/cm ²)	
Vanne de vidange	6	6,6	6	4,7	*
Fond de tank	6	5,6	6	3,7	**
Lame d'agitateur	6	5,7	6	4	**
Bidon inox	2	5,8 ± 0,07	2	5,5 ± 0,03	ne
Bidon aluminium	4	5,8 ± 0,2	7	5,5 ± 0,5	ns

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

Tableau 3.

Contamination des tanks après nettoyage et comparaison entre les élevages (détergents homologués vs dégraissants ménagers).

Sites de prélèvement	Détergents homologués		Dégraissants ménagers		Analyse statistique
	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	Log ₁₀ (UFC/cm ²) après nettoyage	
Vanne de vidange		4,7		6,2	**
Fond de tank		3,7		5,6	***
Lame d'agitateur		4		5,8	***
Bidon inox		5,5 ± 0,03		5,7 ± 0,6	ne
Bidon aluminium		5,5 ± 0,5		6 ± 0,5	ns

ns : non significatif ; ne : non effectué ; ** p < 0,01, *** p < 0,001.

4. Conclusion

Cette étude a montré que malgré les récentes mesures incitatives pour améliorer la qualité bactériologique du lait cru, l'utilisation des produits détergents n'était pas optimale, et que les recommandations des fabricants n'étaient pas respectées au niveau des tanks de réfrigération. Il faudra peut-être plus de temps pour que les bonnes pratiques de production soient intégrées par les éleveurs. Des études ultérieures devront être menées pour confirmer les progrès à ce niveau de production.

Références

- [1] H. Djellouli, La laiterie, instrument d'encadrement et de soutien dans la production nationale. 7^{ème} Salon International des Productions et de la Santé Animale (Mai 2009).
- [2] R. Bouguedour, S. Ichou, La Filière Lait dans la Politique du Renouveau de l'Economie Agricole. 8^{èmes} Journées des Sciences Vétérinaires, La filière lait en Algérie : un défi à relever. (Alger, 18 & 19 avril 2010).
- [3] N. Feknous, K. Rahal, A. Bouyoucef, Contamination des citernes de collecte du lait cru, dans la région de la Mitidja. Salon International des Biotechnologies Agro-alimentaires, (2008), Tipaza.
- [4] B. Bonfoh, C. Roth, A.N. Traore, A. Fane, C.F. Simbe, I.O. Alfoukh, J. Nicolet, Z. Farah, J. Zinsstag, Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food control*. 17. (2006). 153-161.
- [5] K. Rahal, Amélioration de la production laitière en Algérie. De l'hygiène de la traite au contrôle laitier. *Revue Magvet*. 62. (2009). 19-23.
- [6] Y. Leefrileux, P. Le Mens, Evaluation du pouvoir contaminant d'une machine à traire : Comparaison de 4 méthodes. PEP. Rhône Alpes, caprins. (mars 2004). 26p.
- [7] L. Pamela, R.D. Reinemann, K. Hohmann, XII Curso Novos Enfoques Na Producao e Reproducao de Bovinos. (Uberlandia Brazil 2008). pp. 6-8.
- [8] E.F. Fagan, B. Vanerli, A.F.B. Márcia, E.E. Muller, L.N. Nero, E.H.W. Santana, D.F. Magnani, E.R. Vacarelli, L.C. Silva, M.S. Pereira, Evaluation and implementation of good practices in main points of microbiological contamination in milk production. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 26. N° 1. (2005). pp. 83-92.
- [9] R. Páez, M. Taverna, V. Charlón, A.E.T. Cuatrin, F. cheverry, L.H. Da Costa, Application of ATP Bioluminescence Technique for Assessing Cleanliness of Milking Equipment, Bulk Tank and Milk Transport Tankers. *Food Protection Trends*. 23. (2003). pp. 308-314.
- [10] J. Charpentier, L'inspection du nettoyage et de la désinfection. In : J.Y. Leveau, M. Bouix M. (Eds.). *Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries*. Paris : Lavoisier Tec & Doc. (1999). pp. 374-382.
- [11] P. Dolabela-Costa, N. José-Andrade, S.C. Cardoso-Brandão, F.J. Vieira-Passos, N.F. Ferreira-Soares, ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces. *Brazilian Journal of Microbiology*. (2006). 12p.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] B. Toma, B. Dufour, M. Sanaa, J.J. Benet, A. Shaw, F. Moutou, A. Louza, Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. AEEMA. (2001). 692p.
- [15] C.Hedouin, Produire un lait de qualité passe par une propreté exemplaire de la salle de traite et de la laiterie [enligne] (2003) AdresseURL :http://www.int-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/article_proprete_locaux_traite_OK.PDF.
- [16] IDF. Continuous to monitoring machine milking. Bulletin of IDF. 404. (2006). Brussels. 36p.
- [17] J.P. Tissier, M.N. Leclercq-Perlat, O. Cerf, Modélisation. In : J.Y. Leveau, M. Bouix, (Edts.). *Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries*. Paris: Lavoisier Tec & Doc. (1999). 275-308.
- [18] F. Demeziere, Méthodes, matériels, et techniques" in A. Albert, Coord. *Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires*. Asept, Laval. (1998). pp. 109-158.
- [19] P. Mourcel, Les produits de nettoyage et de désinfection : les détergents alcalins et alcalins chlorés. In : A. Albert, (Edt.). *Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires*. Laval: ASEPT. (1998). pp. 75-81.
- [20] J.C. Cantonne, R. Tournier, Corrosion et anticorrosion des matériaux métalliques utilisés dans les équipements et les ateliers bio-industriels : les matériaux métalliques à usage bio-industriel in : J.Y. Leveau, M. Bouix, Coord. *Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries*. Edit. Lavoisier Tec & Doc. Paris. (1999). pp. 42-46.
- [21] C. Bousser, Combinaison du nettoyage et de la désinfection. In : J.Y. Leveau, M. Bouix, Coord. *Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries*. Edit. Lavoisier Tec & Doc. Paris (1999). pp. 167-204.