

Évaluation de la qualité bactériologique du lait cru bovin à divers stades de la chaîne de production laitière dans des fermes en Algérie

Cet article (n° 04112016-00083-FR) a été évalué par les pairs, accepté, puis soumis à une révision linguistique approuvée par les auteurs. Il n'a pas encore été mis en page pour impression. Il sera publié en décembre 2016 dans le volume 35 (3) de la *Revue scientifique et technique*.

M. Hamiroune ^{(1,2)*}, A. Berber ⁽³⁾ & S. Boubekour ⁽³⁾

(1) Département des Sciences agro-vétérinaires, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Ziane Achour, B.P. 3117, route de Moudjbara, Djelfa, Algérie

(2) École nationale supérieure vétérinaire (ENSV), rue Issad Abbes, Oued Smar, Alger, Algérie

(3) Institut des sciences vétérinaires, Université Blida 1, B.P. 270, route de Soomâa, Blida, Algérie

*Auteur chargé de la correspondance : mouradhamiroune@gmail.com

Résumé

La présente étude consiste à évaluer les pratiques d'hygiène instaurées dans 53 exploitations bovines laitières réparties dans les régions de Jijel et de Blida en Algérie. Pour cela, un questionnaire d'enquête a été élaboré, portant sur les conditions de la traite et sur le nettoyage du matériel utilisé. En parallèle, des analyses bactériologiques ont été effectuées afin d'estimer le taux, l'origine et l'évolution de la contamination bactérienne du lait cru produit à la ferme. En outre, des recherches ont été effectuées pour déceler la présence de résidus d'inhibiteurs.

Les résultats de l'enquête ont mis en évidence les mauvaises conditions d'élevage et des pratiques de la traite qui peuvent expliquer la présence de bactéries dans le lait de vache.

Les résultats bactériologiques ont montré que 76,1 % des échantillons de lait prélevé au pis des vaches étaient conformes aux critères légaux, contre 35,8 %

seulement des échantillons de lait provenant des cuves de stockage. De plus, la présence d'inhibiteurs bactériens a été décelée dans 28,8 % des échantillons de lait.

Ces résultats ont permis de déterminer que les mains des trayeurs, les mamelles, les gobelets trayeurs, les ustensiles, l'eau et l'environnement de la traite étaient les sources potentielles de contamination du lait par les bactéries recherchées.

À la lumière de ces résultats, l'amélioration de la qualité bactériologique du lait repose sur l'instauration d'une politique de qualité, visant à vulgariser les bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de production laitière et à mettre en place une prime à la qualité bactériologique du lait.

Mots-clés

Algérie – Contamination bactérienne – Lait cru – Pratiques d'hygiène – Qualité bactériologique – Traite – Vaches.

Introduction

Le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens et, de ce fait, la filière lait connaît une croissance annuelle de 8 % (1). L'Algérie est ainsi le premier consommateur de lait cru au Maghreb, avec près de trois milliards de litres par an. La qualité hygiénique du lait cru est donc un impératif (2).

Les conditions d'hygiène dans les fermes et jusqu'à l'arrivée du lait dans les laiteries imposent une surveillance de sa qualité bactériologique (3).

Plusieurs facteurs de risque de contamination du lait aux différents stades de sa production à la ferme entrent en jeu, ce qui nous a amenés à réaliser cette étude dont l'objectif principal était l'évaluation de la qualité bactériologique du lait cru de vaches dans les régions de Jijel et de Blida et l'identification des facteurs de risque de contamination du lait cru à la ferme.

Matériels et méthodes

Le choix des exploitations

Cette étude a été menée dans 53 exploitations bovines laitières englobant 360 vaches en lactation dans les régions de Jijel et de Blida en Algérie, durant une période allant de mars 2013 à juillet 2014.

Un échantillonnage de convenance (non aléatoire) a été défini afin d'inclure des troupeaux qui différaient par la taille, par la méthode et les équipements de traite ou par la préparation de la mamelle pour la traite (lavage et désinfection).

Enquête épidémiologique

Dans chaque exploitation laitière, une enquête et un suivi de la conduite de la traite ont été réalisés le jour du prélèvement. La fiche d'enquête sous forme de questionnaire renseignait sur les vaches prélevées, les systèmes de production du lait et l'hygiène de la traite.

Échantillonnage

Afin d'apprécier la qualité bactériologique et l'origine de la contamination du lait récolté à la ferme, des échantillons de lait cru ont été prélevés, ainsi que des échantillons issus de l'environnement et du matériel utilisé pour la traite.

Avant la traite, 100 ml d'eau utilisée pour la traite ont été prélevés ainsi que 100 ml d'eau de rinçage des ustensiles de traite ; des prélèvements sur écouvillons ont été effectués sur les mains des trayeurs, les gobelets trayeurs et la peau des mamelles de chaque vache.

Pendant la traite, un flacon contenant de l'eau stérile a été exposé pendant 30 min afin d'évaluer la contamination de l'environnement (échantillon de l'environnement).

Les prélèvements ont été effectués de façon aseptique et dans des flacons stériles et étiquetés. Nous avons utilisé la technique de prélèvement du lait individuel décrite par Mialot (4).

Les échantillons prélevés ont ensuite été placés dans une glacière et acheminés directement aux laboratoires d'analyses (Centre algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage [CACQE] et le Laboratoire d'analyse vétérinaire, contrôle de la qualité, la conformité et de la recherche appliquée [AVCQ-LAB] à Baraki), où ils ont été réfrigérés à +4 °C. Le temps écoulé entre le prélèvement et les premières analyses n'a guère dépassé 24 h.

Le Tableau I indique le nombre d'échantillons prélevés par site de prélèvement.

Recherche et dénombrement des germes de contamination

Différentes dilutions avec une solution de tryptone sel (TSE) ont été utilisées selon la nature de l'échantillon ; elles variaient entre 10^{-1} et 10^{-8} .

Pour chaque échantillon, cinq groupes de bactéries ont été recherchés : flore mésophile aérobie totale, streptocoques fécaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium* sulfito-réducteurs (5).

La recherche et le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) a été faite sur gélose glucosée à l'extrait de levure (*plate count agar* (PCA]) après incubation à 30 °C pendant 72 h (6).

Les coliformes fécaux (CF) ont été recherchés et dénombrés sur gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL), incubée 24 h à 44 °C. Toutes les colonies rouges (lactose+) d'un diamètre de 0,5 mm minimum apparues sont considérées comme étant des coliformes fécaux (7).

Les *Staphylococcus aureus* (SA) ont été recherchés et dénombrés sur gélose de Baird Parker additionnée de jaune d'œuf et de tellurite de potassium et incubée à 37 °C pendant 24 à 48 h. Les colonies apparaissent, noires, brillantes, convexes et entourées d'un halo clair d'environ 2 à 5 mm de diamètre. La confirmation a été effectuée par coloration de Gram (+) et recherche de la catalase (+) et de la coagulase (+) (8).

Les streptocoques fécaux (SF) ont été dénombrés sur le milieu de Rothe (Institut Pasteur, Algérie). Un millilitre de chaque échantillon à analyser a été ajouté à 9 ml de bouillon TSE. On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle des dilutions décimales ont été réalisées. Ensuite, un millilitre de chaque dilution a été placé dans trois tubes du milieu présomptif de Rothe. Après incubation pendant 48 h à 37 °C, les contenus des tubes positifs, c'est-à-dire présentant un trouble, ont été ensuite ensemencés sur gélose à la bile, à l'esculine et à l'azide de sodium (BEA) utilisée pour la confirmation et soumise à une incubation à 37 °C pendant 24 et 48 h (9).

Pour les *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR) à 46 °C, une aliquote de lait placée dans un tube stérile a été préalablement chauffée 10 min à 80 °C afin de détruire les formes végétatives et d'activer les spores. Ensuite, à l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de l'échantillon pour essai (lait chauffé pendant 10 min à 80 °C) a été déposé

en profondeur de la gélose tryptone-sulfite-cyclosérine (TSC) (Institut Pasteur, Algérie) et l'inoculum a été mélangé doucement au milieu de culture, sans faire de bulles pour ne pas provoquer une oxygénation du milieu. Puis, les tubes ont été plongés dans l'eau froide afin que le mélange se solidifie. Après l'incubation à 46 °C pendant 20 ± 2 h, seules les colonies caractéristiques, c'est-à-dire entourées d'un halo noir, sont comptées (10).

Les résultats obtenus du dénombrement des différentes flores ont été interprétés en fonction des normes fixées par l'arrêté interministériel n°35-1998 de janvier 1998, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées (5) (Tableau II).

Recherche des inhibiteurs bactériens dans le lait

Le DelvoTest[®] SP-NT (DSM Food, Pays-Bas), a été utilisé pour la recherche des inhibiteurs bactériens dans le lait cru. Il est basé sur l'inhibition de la croissance de *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis*, bactérie très sensible à de nombreux antibiotiques et aux sulfamides. Il se présente sous forme d'ampoules contenant un milieu géloséensemencé de spores de *B. stearothermophilus* et enrichi en éléments nutritifs de croissance. Dans chaque ampoule identifiée préalablement, 100 µl d'un échantillon de lait ont été déposés à l'aide d'une micropipette munie d'un cône à usage unique. Les ampoules ont été mises au bain-marie à 64 ± 1 °C pendant trois heures. Dès leur retrait, la couleur de la gélose a été examinée à l'œil nu. Si l'échantillon vire nettement du violet au jaune, cela signifie que l'échantillon ne contient pas d'inhibiteurs bactériens. En présence d'inhibiteurs bactériens, la couleur violette persiste.

Analyses statistiques

Il a été procédé au calcul des moyennes géométriques des dénombrements des bactéries de contamination isolées aux différents points de production de lait cru à la ferme.

Le test du χ^2 a été utilisé pour tester les relations, d'une part, entre la composition bactérienne du lait et les points de production du lait à la ferme et, d'autre part, entre la présence des inhibiteurs bactériens et les points de production du lait à la ferme.

Résultats

Description des pratiques de traite des vaches

Les résultats de l'enquête réalisée sur les systèmes de production du lait sont présentés dans le Tableau III. Il en ressort que :

- dans la quasi-totalité des exploitations (86,8 %), la machine à traire était nettoyée avec de l'eau seulement,
- très peu de trayeurs se lavaient les mains (17 %),
- dans 83 % des exploitations, les mamelles et les trayons des vaches étaient lavés avant la traite avec une lavette collective utilisée pour toutes les vaches,
- l'essuyage des trayons était négligé par 88,7 % des éleveurs,
- seuls 26,4 % des éleveurs pratiquaient le trempage des trayons dans une solution désinfectante, contre 73,6 % qui ne le pratiquaient pas,
- l'élimination des premiers jets sur le sol était négligée par 73,6 % des éleveurs, contre seulement 26,4 % qui la pratiquaient.

Qualité bactériologique globale du lait

Au regard des critères requis par l'arrêté interministériel n° 35-1998 du 24 janvier 1998, relatif aux spécifications microbiologiques du lait cru (5), les résultats obtenus lors de l'analyse des 466 prélèvements peuvent être résumés comme suit :

- 8,6 % (31/360) des échantillons individuels de lait, 15,1 % (8/53) des échantillons de lait provenant du chariot trayeur et 47,2 % (25/53) des échantillons de lait provenant des cuves de stockage n'étaient pas conformes aux critères légaux pour toutes les bactéries dénombrées ;
- 15,3 % (55/360) des échantillons individuels de lait, 24,5 % (13/53) des échantillons de lait provenant du chariot trayeur et 17,0 % (9/53) des échantillons de lait provenant des cuves de stockage n'étaient conformes aux critères légaux que pour certaines bactéries dénombrées ;
- 76,1 % (274/360) des échantillons individuels de lait, 60,4 % (32/53) des échantillons de lait provenant du chariot trayeur et 35,8 % (19/53) des échantillons

de lait provenant des cuves de stockage étaient conformes aux critères légaux pour toutes les bactéries dénombrées.

Du pis à la cuve de stockage, on a observé une altération de la qualité du lait. La proportion de lait de bonne qualité avait chuté de 76,1 % à 35,8 %, alors que le lait de mauvaise qualité avait augmenté de 8,6 % à 47,2 % (Fig. 1).

Fréquence d'inhibiteurs bactériens dans le lait de la ferme

Sur l'ensemble des échantillons de lait cru, 28,8 % (134/466) contenaient des inhibiteurs bactériens.

Les 134 échantillons positifs se répartissaient comme suit :

- 30,6 % (110/360) étaient des échantillons individuels de lait,
- 26,4 % (14/53) étaient des échantillons de lait provenant du chariot trayeur,
- 18,9 % (10/53) étaient des échantillons de lait provenant des cuves.

La présence d'inhibiteurs bactériens dans les laits crus était surtout élevée dans les prélèvements de laits individuels (30,6 %) (Tableau IV). Les fréquences variaient significativement selon les sites des prélèvements ($p < 0,05$).

Sources de contamination du lait

La proportion d'échantillons contaminés par les bactéries étudiées (FMAT, SF, CF, SA et CSR) variait de 0 % pour ceux issus des mains des trayeurs (SF, CF et CSR), de l'environnement de la traite (SA et CSR) et de l'eau de la traite (SF et CF) à 98,1 % pour l'eau utilisée au cours de la traite (FMAT) (Tableau V).

La FMAT était présente dans tous les types d'échantillons à des taux variant de 79,2 % pour les échantillons issus des mains des trayeurs à 98,1 % pour ceux issus de l'eau de traite.

Les SF et les CF n'ont pas été détectés dans les prélèvements issus des mains des trayeurs ni dans les échantillons d'eau utilisée au cours de la traite, mais ont été fréquemment trouvés dans les prélèvements issus d'ustensiles (60,4 % et 66,0 % respectivement), des mamelles (51,9 % et 57,8 % respectivement) et des gobelets trayeurs (41,5 % et 45,3 % respectivement).

Les CSR ont été détectés dans les prélèvements issus des mamelles (10,8 %), des ustensiles (9,4 %), des gobelets trayeurs (5,7 %) et de l'eau utilisée dans les différentes étapes de la traite (18,9 %), mais ils n'ont pas été détectés dans les prélèvements issus des mains des trayeurs ni dans les échantillons de l'environnement.

Quant aux SA, ils ont surtout été isolés de l'eau utilisée dans les différentes étapes de la traite (50,9 %) et des prélèvements issus des mains des trayeurs (39,6 %) et des mamelles (28,9 %). En revanche, des charges plus faibles ont été enregistrées sur les ustensiles (5,7 %) et les gobelets trayeurs (7,5 %).

Points critiques et présence des contaminants bactériens

La comparaison des dénombrements bactériens dans le lait aux différents points de prélèvement à la ferme (du pis de vache à la cuve de stockage) a montré une différence significative ($p < 0,05$) pour chaque groupe de bactéries identifié (Tableau VI).

Dans les laits individuels, 78,9 % des échantillons contenaient des FAMT, 23,6 % des SF, 32,8 % des CF, 16,1 % des SA et 3,3 % des CSR.

Dans le lait des cuves, les proportions étaient respectivement de 96,2 % (FMAT), 64,2 % (SF), 75,5 % (CF), 58,5 % (SA) et 5,7 % (CSR).

La charge bactérienne dans les échantillons de lait cru prélevés augmentait progressivement au cours de la chaîne de production à la ferme (Fig. 2).

Discussion

Des échantillons de lait de vache cru ainsi que des échantillons de l'environnement et du matériel utilisé dans la traite ont été prélevés dans plusieurs fermes laitières bovines localisées dans les régions de Jijel et de Blida en Algérie. Un échantillonnage de convenance a été réalisé afin d'inclure des exploitations de diverses tailles recourant à des méthodes et à des équipements de traite différents. La qualité du lait a été appréciée selon les critères algériens en vigueur relatifs aux spécifications microbiologiques du lait cru.

Les mauvaises conditions d'hygiène observées lors de la traite et lors du stockage du lait ainsi que le manque d'hygiène des trayeurs (mains sales, eau de traite de

mauvaise qualité, etc.) et des matériels utilisés pour la production du lait sont à l'origine de la mauvaise qualité hygiénique du lait produit. En effet, la contamination bactérienne du lait s'accroît tout au long de la chaîne de production.

Évaluation de l'état hygiénique des pratiques de traite

D'après l'enquête effectuée dans ces élevages laitiers, il ressort globalement que ni les conditions de traite, ni l'entretien du matériel utilisé pour la traite et le stockage du lait n'étaient optimaux. En effet, sur l'ensemble des élevages concernés par l'étude, la traite s'effectuait dans de mauvaises conditions d'hygiène et le recours à des produits nettoyants pour la préparation de la mamelle et pour le nettoyage du matériel était très rare.

Le nettoyage des machines à traire

La majorité des trayeurs (86,8 %) rinçaient la machine à traire avec de l'eau seulement, contre 13,2 % qui utilisaient un mélange d'eau et de produit nettoyant. Ces résultats sont proches de ceux trouvés lors de l'étude faite à Monastir (11), où 10 % des éleveurs utilisaient en alternance des détergents acides et alcalins lors de l'opération de nettoyage.

Lavage des mains des trayeurs

Seuls 17,0 % des trayeurs se lavaient les mains avant chaque traite, tandis que la majorité des trayeurs (83,0 %) ne le faisaient pas. Ceci révèle un état d'hygiène du trayeur inadmissible dans la plupart des cas.

D'après Thomelin (12), il est primordial de veiller à ce que conditions d'hygiène soient les meilleures possibles afin de réduire la contamination des mamelles et du lait par les bactéries qui peuvent pénétrer lorsque les sphincters sont ouverts.

Lavage des mamelles et des trayons avant la traite

Dans leur majorité, les trayeurs (83,0 %) pratiquaient un lavage collectif des trayons et des mamelles avant la traite. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par M'Sadak *et al.* (13), qui ont constaté que la majorité des éleveurs (93 %) préparaient la mamelle par un prélavage avec de l'eau et une lavette collective utilisée pour toutes les vaches.

Selon Noireterre (14), cette méthode de préparation de la mamelle à la traite favorise le risque de transmission des germes pathogènes d'un quartier infecté à un autre quartier sain et donc l'apparition ultérieure de mammites.

Essuyage des trayons

Cette étape permet de minimiser les risques de mammites, d'améliorer la qualité du lait et d'éviter le « glissement » des manchons et l'entrée d'air (fluctuation du niveau de vide) dans les unités de traite (15).

La fréquence d'essuyage des trayons constatée dans notre étude (11,3 %) est nettement inférieure à celle rapportée par M'Sadak *et al.* (67 %) dans une étude sur l'effet des conditions de traite sur la santé mammaire des vaches laitières dans la région de Mahdia en Tunisie (16).

Désinfection des trayons

Dans cette étude, les trayeurs étaient peu nombreux (26,4 %) à désinfecter les trayons après la traite. Ces résultats sont nettement inférieurs à ceux rapportés par M'Sadak *et al.* (11) lors d'une récente enquête réalisée dans la région de Monastir, où 59 % des éleveurs pratiquaient cette opération.

D'après Bareille et Lemarchand (17), la désinfection des trayons après la traite permet de réduire de 50 % à 95 % la fréquence des nouvelles infections intramammaires dues aux staphylocoques. Selon Hanzen (18), la désinfection des trayons après la traite permet de réduire le nombre de germes qui, transférés au niveau du canal du trayon pendant la traite, pourraient se développer à son extrémité entre deux traites. Elle permet aussi de traiter les lésions éventuelles du trayon.

Élimination des premiers jets

Malgré ses avantages par rapport au dépistage précoce des mammites cliniques et l'élimination des germes présents dans le canal du trayon (18), nous avons constaté que seuls 26,4 % des trayeurs procédaient à l'élimination des premiers jets de lait. Ceci concorde avec ce qui a été observé par M'Sadak *et al.* (11) dans la région de Monastir, où 28 % des éleveurs recouraient à cette pratique.

Présence d'inhibiteurs bactériens dans le lait

Selon l'arrêté interministériel relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées (5), un lait de bonne qualité ne doit pas contenir d'inhibiteurs bactériens. Toutefois, dans la présente étude, sur 466 échantillons de lait cru analysés, 28,8 % contenaient des inhibiteurs bactériens et la majorité des éleveurs utilisaient de la pénicilline et/ou de la tétracycline (d'après notre enquête par questionnaire) pour le traitement des mammites. Ces chiffres traduisent l'ampleur de l'utilisation d'inhibiteurs bactériens dans les fermes laitières étudiées.

Nos résultats rejoignent ceux présentés par Srairi *et al.* (19) et Kouame *et al.* (20), qui signalent des taux de l'ordre de 25 % et 24,7 % respectivement.

La forte contamination des échantillons de lait par les tétracyclines et/ou par les pénicillines a également été confirmée dans l'étude de Ben Mahdi et Ouslimani (21), qui ont rapporté un taux de contamination avoisinant 97,3 %.

De plus, nos résultats ont révélé des différences dans la proportion d'inhibiteurs bactériens présents en fonction des sites. En effet, ils étaient présents dans 30,6 % des échantillons de lait individuel (à la sortie de la mamelle), dans 26,4 % des échantillons de lait des chariots trayeurs et dans 18,9 % des échantillons de lait des cuves de stockage. Ces chiffres traduisent l'ampleur de l'utilisation des antibiotiques dans les fermes laitières où le lait est collecté, et donc l'importance du risque associé pour la santé des consommateurs.

La présence de ces inhibiteurs à un taux élevé dans le lait cru individuel s'explique probablement par l'usage massif et incontrôlé de préparations pharmaceutiques intra-mammaires lors des traitements curatifs et préventifs appliqués contre les mammites bovines et par le non-respect des délais d'attente. Par ailleurs, il ne faut pas sous-estimer l'ajout volontaire d'inhibiteurs de croissance des bactéries tels les antibiotiques dans le lait cru afin de le rendre stable (22).

Selon Aneur *et al.* (23), auteurs d'une enquête sur l'utilisation des antibiotiques intra-mammaires dans la *wilaya* de Tizi-Ouzou (Fréha, Azazga et Yakouren), l'utilisation des seringues d'antibiotiques à usage intra-mammaire est systématique en cas d'intervention sur des mammites aiguës. Les produits les plus utilisés (ou prescrits) sont à base de tétracycline, de pénicilline, rarement de macrolides. Le

choix de ces molécules se fait essentiellement en fonction de leur efficacité et de leur prix.

La présence d'inhibiteurs bactériens dans le lait peut inhiber partiellement ou totalement la croissance des ferments lactiques intervenant dans l'élaboration des produits laitiers comme le fromage et le yaourt, ce qui se traduit souvent par des accidents lors de la fabrication des produits de fermentation du lait. Les accidents les plus connus sont les défauts de coagulation du lait, l'insuffisance de l'égouttage et le risque de prolifération incontrôlée de germes gazogènes, insensibles aux antibiotiques, tels les coliformes, *Bacillus*, *Clostridium* et *Proteus*. Ces phénomènes répandus engendrent chaque année des pertes économiques considérables pour l'industrie laitière (24).

Qualité bactériologique globale du lait et sources de contamination

À la lumière des résultats obtenus, il ressort que le lait est de plus en plus contaminé au fur et à mesure de son passage dans les différents équipements de traite. Ainsi, du pis à la cuve de stockage du lait, la proportion d'échantillons de lait de bonne qualité a chuté de 76,1 % à 35,8 %.

En effet, cette dégradation rapide de la qualité bactériologique du lait tout au long de la chaîne de production à la ferme est le résultat de contaminations successives provenant des ustensiles, des mamelles, des gobelets trayeurs, de l'environnement de la traite et des mains des trayeurs. C'est au cours des opérations de récolte que le lait se contamine, et plus il est manipulé, plus le risque de contamination bactérienne augmente.

La recherche des bactéries a révélé que la peau des mamelles, les ustensiles et les gobelets trayeurs portaient tous les germes recherchés (FMAT, SF, CF, SA et CSR). Les mamelles de certaines vaches seraient davantage contaminées que d'autres et l'effet d'addition de plusieurs laits crus issus de diverses vaches contribue à la baisse de la qualité du lait de mélange (lait de cuve).

En outre, *S. aureus* était présent dans l'eau utilisée lors des différentes étapes de la traite (50,9 %), sur les mains des trayeurs (39,6 %) et sur les mamelles (28,9 %) ; les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux étaient présents dans les ustensiles (60,4 % et 66,0 % respectivement), sur les mamelles (51,9 % et 57,8 % respectivement), dans les gobelets trayeurs (41,5 % et 45,3 % respectivement) et

dans l'environnement de la traite (13,2 % et 18,9 % respectivement) ; les *Clostridium* sulfito-réducteurs étaient présents dans l'eau utilisée lors des différentes étapes de la traite (18,9 %), sur les mamelles (10,8 %), dans les ustensiles (9,4 %) et dans les gobelets trayeurs (5,7 %), mais dans de faibles proportions. Tous ces éléments constituent donc des sources de contamination du lait cru.

La présence de la flore mésophile aérobie totale (FAMT) dans le lait cru nous renseigne sur la qualité hygiénique globale des élevages. La FAMT inclut les microorganismes d'altération ou de contamination, la flore lactique acidifiante et parfois des bactéries pathogènes. Le dénombrement de cette flore est la méthode la plus communément utilisée par les unités de transformation du lait pour évaluer la qualité bactérienne du lait et par conséquent elle constitue un indicateur important des conditions d'hygiène lors de la traite (25). La présence importante de cette flore relevée dans les échantillons issus du lait des cuves de réfrigération est probablement le résultat d'une multiplication bactérienne intense, favorisée par la non-maîtrise des conditions d'hygiène lors de la traite et du stockage du lait.

La présence des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux dans le lait cru indique une source environnementale de contamination. Leur abondance dans le lait cru reflète la non-observance des dispositions sanitaires requises au cours de la traite pour la récolte du lait, et probablement une contamination au cours du stockage du lait. Les principaux vecteurs sont fortement liés à la peau des trayons, souillée par les fèces et le matériel de traite mal conçu et mal nettoyé (25). En effet, Bonfoh *et al.* (26) ont pu signaler que le mauvais nettoyage des récipients au contact du lait à la ferme laisse des niveaux résiduels de contamination de l'ordre de $4,1 \log_{10}$ ufc/ml.

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont présents dans les aliments des animaux (aliments qui ont été en contact avec de la terre) et contaminent le lait directement ou par l'intermédiaire des fèces. Ce sont des bactéries pathogènes et leur présence traduit une contamination fécale ou par le sol, récente ou ancienne (27).

Staphylococcus aureus est un agent contagieux vivant sur le pis de la vache et qui se transmet d'une vache à l'autre (28). Cette bactérie peut accéder au lait soit par excrétion directe à partir de mamelles atteintes de mammite staphylococcique clinique ou sub-clinique, soit par contamination de l'environnement lors de la manipulation et de la transformation du lait cru (29, 30). Lorsque le pis est infecté,

S. aureus est excrété dans le lait dans des quantités qui peuvent présenter de grandes fluctuations, de 0 à 10^8 ufc/ml (31). Ces résultats, qui concordent avec ceux de Kouame *et al.* (20), ont montré que cette bactérie provenait essentiellement de l'eau utilisée lors des différentes étapes de la traite (50,9 %), des mains des trayeurs (39,6 %) et des mamelles (28,9 %).

Conclusion

Il ressort de cette étude que l'augmentation de la charge bactérienne du lait tout au long de la chaîne de production à la ferme, est le résultat de contaminations successives associées aux mauvaises pratiques d'hygiène lors de la traite.

La recherche des sources de contamination sur tout le circuit du lait cru a montré que les mamelles, les mains des trayeurs, les gobelets trayeurs, les ustensiles, l'environnement et l'eau utilisée au cours de la traite constituent les sources de contamination du lait par les bactéries recherchées. De plus, des inhibiteurs bactériens ont été détectés dans les échantillons de lait analysés.

Pour améliorer la qualité du lait cru, différentes mesures d'hygiène dans les étables et lors de la traite doivent être appliquées par les éleveurs, d'autant plus rigoureusement et systématiquement que l'environnement des animaux est très contaminé. La réduction de cette contamination de l'environnement requiert la mise en place de pratiques de stockage et d'épandage des déjections afin d'éviter le recyclage des bactéries et leur dissémination. Cela est difficile à réaliser sans la participation effective des éleveurs et des efforts d'information préalable à leur intention.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel du laboratoire du Centre algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage (CACQE) ainsi que le personnel du Laboratoire d'analyse vétérinaire, contrôle de la qualité, la conformité et de la recherche appliquée (AVCQ-LAB).

Références

1. Salon international du lait (SILAIT) (2008). – Actes du Premier Salon international du lait et de ses dérivés, 27–29 mai 2008, Alger. Page web : www.agroligne.com/contenu/silait-2008-1er-salon-international-lait (consultée le 15 août 2014).

2. Kirat S. (2007). – Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines. Cas de la wilaya de Jijel, en Algérie. Thèse de master en Sciences. Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes, Institut agronomique méditerranéen, Montpellier, 139 pp. Page web : www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/doc_num.php?explnum_id=4370 (consultée le 10 août 2014).

3. Faye B. & Loiseau G. (2002). – Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. In Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement, Actes de l'atelier international CIRAD-FAO, 11-13 décembre 2000, Montpellier. Page web : agritrop.cirad.fr/514114/ (consultée le 5 août 2014).

4. Mialot J.P. (1983). – Technique de prélèvement de lait pour examen bactériologique. *Rec. Méd. Vét.*, **159** (11), 1057–1058.

5. Ministère du Commerce (Algérie) (1998). – Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées. *J. Off. Rép. Algér. Dém. Pop.*, **35**, 7–24. Page web : www.qualilab.dz/.../V-Arrete_24-janvier-1998_specifications_microbiologiques.pdf (consultée le 8 août 2014).

6. Organisation internationale de normalisation (ISO) (2003). – Norme ISO 4833 (F). Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes. Technique par comptage des colonies à 30 °C. ISO, Paris, 9 pp.

7. Agence française de normalisation (AFNOR) (1996). – Norme F V08-060. Microbiologie alimentaire. Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies à 44 °C. Méthode de routine. AFNOR, Paris, 10 pp.

8. Agence française de normalisation (AFNOR) (2004). – Norme F V08-057-01. Microbiologie des aliments. Méthode de routine pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37 °C. Partie 1 : Technique avec confirmation des colonies. AFNOR, Paris, 11 pp.

9. Maury M. (1987). – Milieux et réactifs de laboratoire. Microbiologie et immunologie. Diagnostics Pasteur, Paris, 728 pp.

10. Agence française de normalisation (AFNOR) (2009). – Norme NF V08-061. Microbiologie des aliments. Dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfite-réductrices par comptage des colonies à 46 °C. AFNOR, Paris, 11 pp.

11. M'Sadak Y., Mighri L., Ben Omrane H. & Kraiem K. (2012). – Évaluation des chantiers et des équipements de traite chez des élevages bovins laitiers hors sol dans la région de Monastir. *Rev. Nature & Technol.*, **7**, 96–101. Page web : www.webreview.dz/IMG/pdf/art_07_12.pdf (consultée le 8 août 2014).

12. Thomelin R. (2009). – Mammites, cellules : Tous les conseils pour lutter efficacement. GIE Élevage des Pays de la Loire, Angers, 57 pp. Page web : www.chartre-elevage.fr/sites/default/files/files/Mammites_Cellules_-_Tous_les_conseils_pour_lutter_efficacement.pdf (consultée le 20 août 2014).

13. M'Sadak Y., Mighri L. & Kraiem K. (2011). – Étude de la situation sanitaire mammaire et estimation des pertes laitières engendrées chez des ateliers bovins hors sol en Tunisie. *Rev. Nature & Technol.*, **4**, 8–14. Page web : www.webreview.dz/?Etude-de-la-situation-sanitaire-mammaire-a-partir (consultée le 20 août 2014).

14. Noireterre P. (2006). – Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, École nationale vétérinaire de Lyon, 98 pp. Page web : www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2006lyon099.pdf (consultée le 25 août 2014).

15. Wattiaux M. (2004). – Procédure de traite. Lactation et récolte du lait. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier, Université du Wisconsin, 5 pp. Page web : https://federated.kb.wisc.edu/images/group226/52750/19-25/de_25.fr.pdf (consultée le 15 août 2014).

16. M'Sadak Y., Mighri L. & Kraiem K. (2010). – Effet des conditions de traite sur la santé mammaire des vaches laitières et estimation des pertes en lait consécutives dans la région de Mahdia en Tunisie. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **63** (1–2), 35–39. Page web : remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2010/REMVT10_035_039.pdf (consultée le 30 août 2014).

17. Bareille N. & Lemarchand F. (2004). – La désinfection des trayons avant et après la traite ; comment choisir les méthodes et les produits ? *In* Dossier : hygiène de la mamelle et traitement des mammites. *Bull. GTV*, **24**, 21–27.

18. Hanzen C. (2010). – Pathologie infectieuse de la glande mammaire, étiopathogénie et traitements, approche individuelle et de troupeau, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège. Page web : www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R22_Mammites_etiopathogenie_traitement_2010.pdf (consultée le 15 août 2014).

19. Srairi M.T., Hasni Alaoui I., Hamama A. & Faye B. (2004). – Qualité physicochimique et contamination par les antibiotiques du lait de mélange en étables intensives au Maroc. *Renc. Rech. Rumin.*, **11**, 115. Page web : www.journees3r.fr/IMG/pdf/2004_qualite_17_Srairi.pdf (consultée le 30 août 2014).

20. Kouame Sina S., Bassa A., Dadie A., Makita K., Grace D., Dje M. & Bonfoh B. (2010). – Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **8** (S), 35–42. Page web : www.researchgate.net/publication/281571059_Analyse_des_risques_microbiens_du_lait_cru_local_a_Abidjan_Cote_d'Ivoire (consultée le 31 août 2014).

21. Ben Mahdi M. & Ouslimani S. (2009). – Mise en évidence des résidus d'antibiotiques dans le lait de vache produit dans l'Algérois. *Eur. J. Sci. Res.*, **36** (3), 357–362. Page web :

www.researchgate.net/publication/237343688_Mise_en_Evidence_De_Residus_d'Antibiotiques_Dans_le_Lait_de_Vache_Produit_Dans_l'Algerois (consultée le 31 août 2014).

22. Zinedine A., Faid M. & Benlemlih M. (2007). – Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait et les produits laitiers par la méthode microbiologique. *Rev. Microbiol. Ind. San. Environn.*, **1** (1), 1–9. Page web : www.remise.ma/images/V2007/zinedine2007.pdf (consultée le 29 août 2014).

23. Ameer A., Rahal K., Guedioura A., Bouyoucef A. & Kaidi R. (2008). – Utilisation des antibiotiques intra-mammaires dans la région de Tizi Ouzou. Premiers résultats. Communication aux Sixièmes Journées des sciences vétérinaires, École nationale des services vétérinaires (ENSV), 19–20 avril 2008.

24. Berger J.L. & Lenoir J. (1997). – Les accidents de fromagerie et les défauts des fromages. *In* Le fromage, de la science à l'assurance qualité, 3^e éd. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

25. Mhone T.A., Matope G. & Saidi P.T. (2011). – Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. *Int. J. Food Microbiol.*, **151**, 223–228. Page web : www.researchgate.net/publication/51671753_Aerobic_bacterial_coliform_Escherichia_coli_and_Staphylococcus_aureus_counts_of_raw_and_processed_milk_from_selected_smallholder_dairy_farms_of_Zimbabwe (consultée le 31 août 2014). doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.028.

26. Bonfoh B., Roth C., Traore A.N., Fane A., Simbe C.F., Alfaroukh I.O., Nicolet J., Farah Z. & Zinsstag J. (2006). – Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako. *Food Control*, **17** (2), 153–161. doi:10.1016/j.foodcont.2004.09.015.

27. Joffin C. & Joffin J.N. (1999). – Microbiologie alimentaire. Collection Biologie et technique, 5^e éd. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 212 pp.

28. Makovec J.A. & Ruegg P.L. (2003). – Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *J. Dairy Sci.*, **86**, 3466–3472. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73951-4.

29. Donkor E.S., Aning K. & Quaye J. (2007). – Bacterial contaminations of informally marketed raw milk in Ghana. *Ghana Med. J.*, **41** (2), 58–61. Page web : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1976296/ (consultée le 31 août 2014).

30. Normanno G., Firinu A., Virgilio S., Mula G., Dambrosio A., Poggiu A., Decastelli L., Mioni R., Scuota S., Bolzoni G., Di Giannatale E., Salinetti A.P., La Salandra G., Bartoli M., Zuccon F., Pirino T., Sias S., Parisi A., Quaglia N.C. & Celano G.V. (2005). – Coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus aureus* in food products marketed in Italy. *Int. J. Food Microbiol.*, **98** (1), 73–79. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.008.

31. Asperger H. & Zangerl P. (2003). – *Staphylococcus aureus*. In Encyclopedia of dairy sciences (H. Roginski, J.W. Fuquay & P.F. Fox, édit.). Vol. 4., Academic Press & Elsevier Science, Amsterdam, 2563–2569.

Tableau I
Répartition des échantillons en fonction des sites de prélèvement dans les 53 exploitations bovines laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

Type d'échantillon (site de prélèvement)	Nombre d'échantillons prélevés
Lait de pis (individuel)	360
Lait du chariot trayeur	53
Lait des cuves (lait de mélange)	53
Eau de la traite	53
Eau de rinçage des ustensiles	53
Environnement de la traite	53
Écouvillons des mamelles	360
Écouvillons des gobelets trayeurs	53
Écouvillons des mains des trayeurs	53

Tableau II
Spécifications microbiologiques du lait cru (seuils d'acceptabilité) en vigueur en Algérie au moment de l'étude (5)

Paramètre microbiologique	Seuil d'acceptabilité dans le lait cru
Flore mésophile aérobie totale à 30 °C	10 ⁵ ufc/ml
Streptocoques fécaux	Absence/0,1 ml
Coliformes fécaux	10 ³ ufc/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 46 °C	50 ufc/ml
Inhibiteurs bactériens	Absence

Tableau III
Caractéristiques des pratiques de traite dans les 53 exploitations bovines
laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

Paramètre		Proportion
Nettoyage des machines à traire	Eau + produit nettoyant	13,2 % (7/53)
	Eau seulement	86,8 % (46/53)
Lavage des mains des trayeurs	Pratiqué	17,0 % (9/53)
	Non pratiqué	83,0 % (44/53)
Lavage des mamelles et des trayons avant la traite	Pratiqué (lavage collectif)	83,0 % (44/53)
	Non pratiqué	17,0 % (9/53)
Essuyage des trayons	Pratiqué	11,3 % (6/53)
	Non pratiqué	88,7 % (47/53)
Désinfection des trayons après la traite	Pratiquée	26,4 % (14/53)
	Non pratiquée	73,6 % (39/53)
Élimination des premiers jets	Pratiquée (sur le sol)	26,4 % (14/53)
	Non pratiquée	73,6 % (39/53)

Tableau IV
Proportion d'échantillons de lait de ferme contenant des inhibiteurs bactériens
dans les 53 exploitations bovines laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

Provenance de l'échantillon	Proportion
Lait de pis	30,6 % (110/360)
Lait du chariot trayeur	26,4 % (14/53)
Lait des cuves	18,9 % (10/53)

Tableau V
Proportion d'échantillons prélevés dans l'environnement contenant des contaminants bactériens dans les 53 exploitations bovines laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

Provenance de l'échantillon	Contaminant bactérien				
	FMAT	SF	CF	SA	CSR
Eau utilisée au cours de la traite	98,1 % (52/53)	0 % (0/53)	0 % (0/53)	50,9 % (27/53)	18,9 % (10/53)
Ustensiles	94,3 % (50/53)	60,4 % (32/53)	66,0 % (35/53)	5,7 % (3/53)	9,4 % (5/53)
Environnement de la traite	81,1 % (43/53)	13,2 % (7/53)	18,9 % (10/53)	0 % (0/53)	0 % (0/53)
Mamelles	83,9 % (302/360)	51,9 % (187/360)	57,8 % (208/360)	28,9 % (104/360)	10,8 % (39/360)
Gobelets trayeurs	96,2 % (51/53)	41,5 % (22/53)	45,3 % (24/53)	7,5 % (4/53)	5,7 % (3/53)
Mains des trayeurs	79,2 % (42/53)	0 % (0/53)	0 % (0/53)	39,6 % (21/53)	0 % (0/53)

CF : coliformes fécaux

CSR : *Clostridium* sulfito-réducteurs à 46 °C

FMAT : flore mésophile aérobie totale à 30 °C

SA : *Staphylococcus aureus*

SF : Streptocoques fécaux

Tableau VI
Proportion des bactéries isolées aux divers stades de la chaîne de production du lait à la ferme dans les 53 exploitations bovines laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

Provenance de l'échantillon	Contaminant bactérien				
	FMAT	SF	CF	SA	CSR
Lait de pis (individuel)	78,9 % (284/360)	23,6 % (85/360)	32,8 % (118/360)	16,1 % (58/360)	3,3 % (12/360)
Lait du chariot trayeur	83,0 % (44/53)	26,4 % (14/53)	41,5 % (22/53)	22,6 % (12/53)	3,8 % (2/53)
Lait des cuves	96,2 % (51/53)	64,2 % (34/53)	75,5 % (40/53)	58,5 % (31/53)	5,7 % (3/53)

CF : coliformes fécaux

CSR : *Clostridium* sulfito-réducteurs à 46 °C

FMAT : flore mésophile aérobie totale à 30 °C

SA : *Staphylococcus aureus*

SF : Streptocoques fécaux

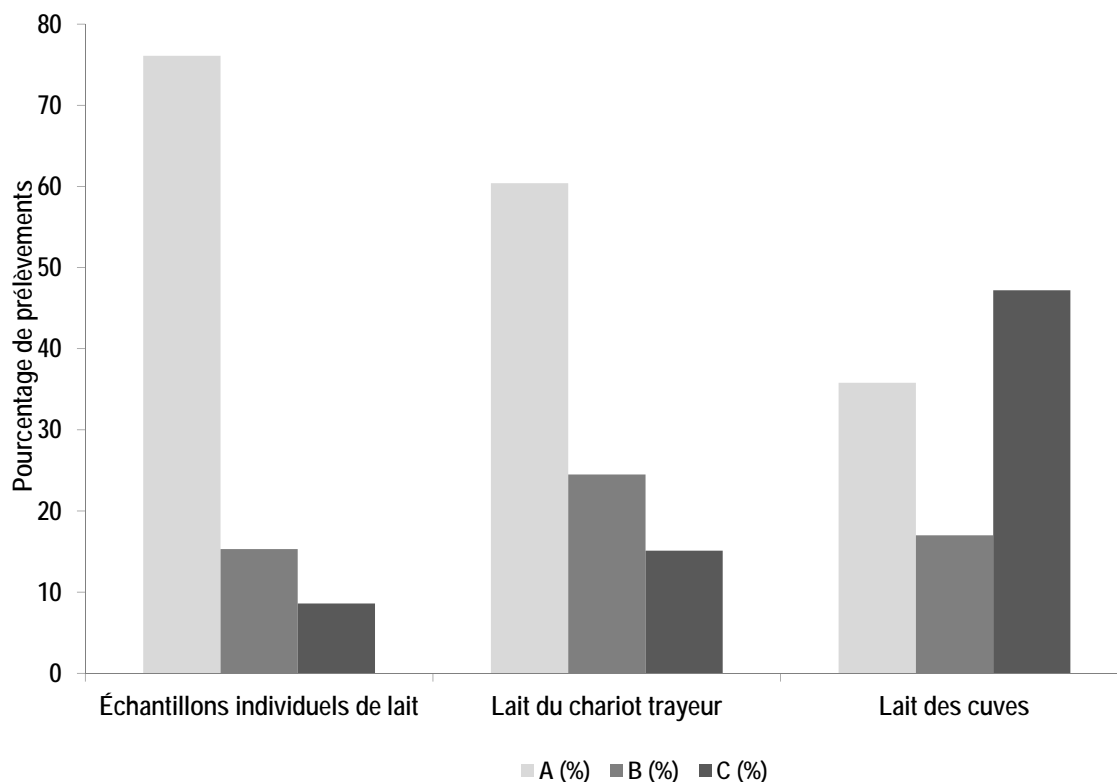
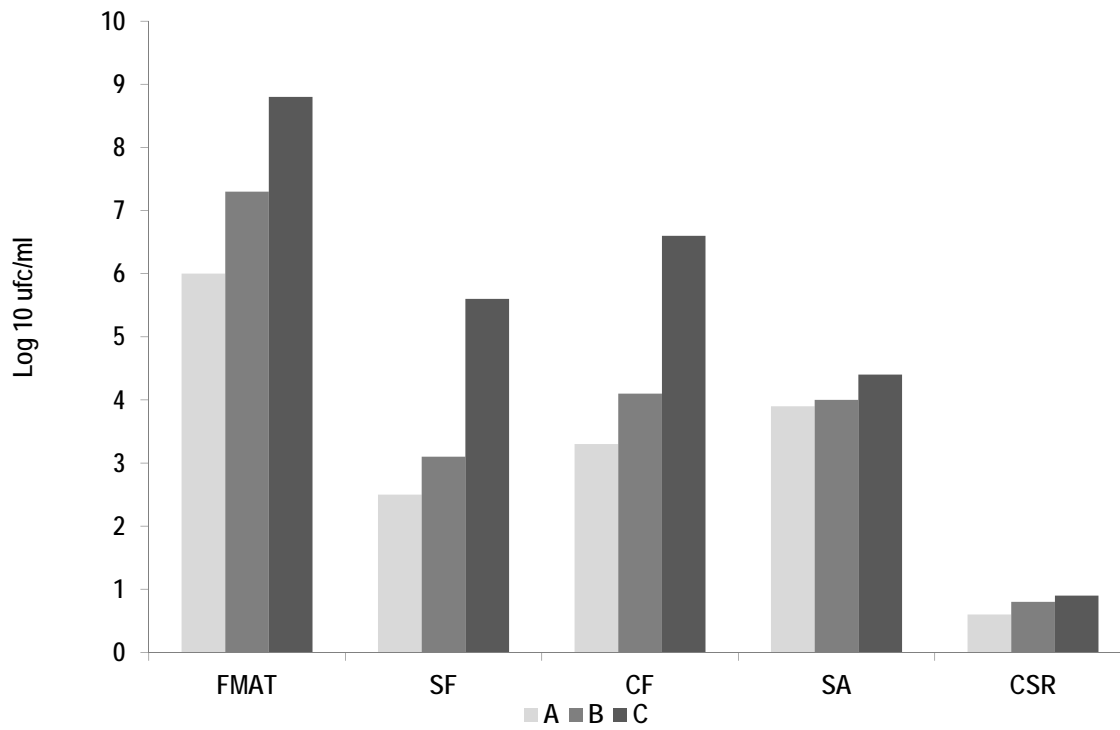


Fig. 1

Qualité globale du lait cru selon la concentration bactérienne relevée dans des échantillons prélevés à différents stades de la chaîne de production laitière à la ferme dans les 53 exploitations bovines laitières d’Algérie ayant participé à l’étude

A : bonne qualité
 B : qualité moyenne
 C : mauvaise qualité

**Fig. 2**

Résultats du dénombrement de cinq indicateurs bactériens dans le lait cru aux différents stades de la chaîne de production laitière à la ferme dans les 53 exploitations bovines laitières d'Algérie ayant participé à l'étude

(moyennes géométriques en \log_{10} ufc/ml)

- A : lait individuel (lait de pis)
- B : lait du chariot trayeur
- C : lait des cuves de stockage
- CF : coliformes fécaux
- CSR : *Clostridium* sulfito-réducteurs à 46°C
- FMAT : flore mésophile aérobie totale à 30°C
- SA : *Staphylococcus aureus*
- SF : streptocoques fécaux