

ANALYSE DES NUMÉRATIONS CELLULAIRES SOMATIQUES DU LAIT ET DES FACTEURS DE RISQUE DE MAMMITES BOVINES CHEZ DE PETITES UNITÉS HORS SOL DANS LA RÉGION DE MAHDIA (TUNISIE)

M'SADAK Y^{1*}, MIGHRI L², KRAIEM K³

1.Enseignant Chercheur, Equipement des Fermes Laitières, Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, BP 47- CP 4042, Tunisie.

2.Étudiant Chercheur, Agriculture Durable, Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, BP 47- CP 4042, Tunisie.

3.Enseignant Chercheur, Production Bovine Laitière, Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, BP 47- CP 4042, Tunisie.

Résumé: L'objectif de cette étude était d'apprécier la situation sanitaire mammaire des vaches à partir des numérations cellulaires individuelles et d'évaluer les facteurs de risque des mammites subcliniques chez des petits élevages bovins laitiers dans la région de Mahdia relevant de la Tunisie Semi-aride. Les prélèvements périodiques des échantillons étaient réalisés pour 250 vaches laitières, relatives à 23 élevages hors sol adhérant au contrôle laitier, pendant la période s'étalant de janvier 2007 à Mai 2008. Un suivi du déroulement des chantiers de traite mis en œuvre et du maintien de fonctionnement des machines à traire adoptées a été entrepris. Il ressort que les Moyennes Arithmétique (MA) et Géométrique (MG) des Comptages Cellulaires Individuels (CCI) ont été respectivement 578000 et 180000 cell./ml. Le diagramme des quartiles de la distribution des CCI a montré que la valeur médiane (Q2) est proche de la MG CCI, ce qui confirme l'utilité de l'utilisation de la MG au lieu de la MA dans l'analyse des valeurs des CCI. Le taux des vaches saines, ayant un CCI moyen ≤ 200000 cell./ml, était de 45% selon la MA et 56% selon la MG. L'étude des conditions de traite des vaches a montré plusieurs défaillances sur les plans hygiénique, technique et technologique. L'étude statistique a révélé que la corrélation des CCI élevés était significative avec les paramètres de fonctionnement des machines à traire, toutefois, elle était non significative avec les pratiques de traite.

Mots clés: Elevage bovin hors sol, situation sanitaire mammaire, comptage cellulaire individuel, conditions de traite, facteurs de risque.

ANALYSIS OF SOMATIC CELL COUNTS OF MILK AND OF RISK FACTORS OF BOVINES MASTITIS IN SMALL UNITS OFF SOIL IN THE REGION OF MAHDIA (TUNISIA)

Abstract: The objective of this study was to assess the health status of mammary cows from individual cell counts and assess risk factors for subclinical mastitis in small dairy farms in the region of Mahdia in Tunisia under semi-arid. The periodic removal of samples were made for 250 dairy cows on 23 farms aboveground adhering to the control milk during the period spanning January 2007 to May 2008. A monitoring progress of projects implemented and the maintaining operation of milking machines adopted has been undertaken. It appears that the arithmetic averages (MA) and geometric (MG) of individual cell counts (ICC) were respectively 578000 and 180000 cell./ml. The diagram of the quartiles of the distribution of ICC showed that the median (Q2) is close to the MG ICC, which confirms the usefulness of using the MG instead of MA in the analysis of values ICC. The rate of healthy cows, with an average ICC ≤ 200000 cell./ml was 45% according to the MA and 56% by MG. The study of the conditions of milking cows showed several failures on plans hygienic, technical and technological.

The statistical study revealed that the correlation was significantly high ICC with operating parameters of milking machines; however, it was not significantly associated with practices of milking.

Keywords: Cattle aboveground, health situation mammary, cell count individual, milking conditions, risk factors.

Introduction

L'utilisation des données des numérations cellulaires individuelles pour la gestion sanitaire des élevages suppose toutefois de définir les règles qui permettent de caractériser différents états d'infection mammaire des vaches et d'évaluer la précision des diagnostics qui peuvent être établis à partir des concentrations cellulaires considérées comme une série des résultats disponibles au cours de la lactation [1].

En dehors de l'état sanitaire de la mamelle, on observe des variations parfois non négligeables de ces numérations cellulaires individuelles [2] et les facteurs de variation peuvent être physiologiques ou saisonniers [3, 2, 4, 5, 6]. La variation des numérations cellulaires, en cas d'infection mammaire, pourrait avoir d'autres facteurs de risque des mammites [7, 8, 9, 10] et l'étude de ces facteurs nécessite une analyse des caractéristiques d'élevage (alimentation, logement, tarissement, conditions de traite, ...) qui semblent être responsables.

Les objectifs essentiels de la présente étude se rapportent, dans un premier temps, à l'estimation du niveau et de la gravité des infections de la glande mammaire des vaches suivies à partir des Moyennes Arithmétique (MA) et Géométrique (MG) ainsi que du diagramme des quartiles de la répartition des Comptages Cellulaires Individuels (CCI), et dans un second temps, à la recherche de l'existence éventuelle d'une corrélation entre certaines conditions de traite (chantiers et équipements) et les CCI élevés. Les troupeaux mis à l'étude sont conservés, dans la plupart des cas, en zéro pâturage avec une alimentation à base, principalement, de foin d'avoine et du concentré, d'où, l'appellation élevage bovin laitier hors sol. Cette sélection a été requise suite aux ressources hydriques insuffisantes quantitativement (conditions semi-arides) et qualitativement (eaux, surtout, saumâtres ou salées) pour produire

correctement des fourrages pour l'affouragement en vert.

1. Matériel et méthodes

1.1. Collecte et analyse des échantillons du lait

Une enquête a été conduite auprès de 23 élevages bovins laitiers adhérant au Contrôle Laitier dans la région de Mahdia, zone semi-aride du littoral de la Tunisie. Les prélèvements des échantillons du lait individuel ont été effectués périodiquement durant 17 mois pour 250 vaches présentes. Les échantillons identifiés ont été mis dans des flacons en plastique contenant un conservateur (bichromate de potassium) et conservés au froid jusqu'au moment de l'analyse, sans dépasser la limite de 10 jours de conservation.

Les analyses des CCI ont été effectuées à l'aide d'un compteur cellulaire Fossomatic 4000 au Laboratoire du Service de Contrôle Laitier du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet, Tunisie.

1.2. Suivi des chantiers et des équipements de traite

Les suivis des chantiers de traite des vaches ont été réalisés en ayant recours à un examen visuel des pratiques de traite (lavage, désinfection, ...), des caractéristiques de la traite (hygiène, rapidité, ...) et du nettoyage et de l'état d'entretien des machines à traire.

Les paramètres de fonctionnement des systèmes de vide (vide de traite, erreur de l'indicateur de vide) et de pulsation (fréquence FP, rapport RP et décalage D) ont été relevés en faisant appel à un diagnostic du fonctionnement du matériel de traite (testage partiel classique), à l'aide d'un manomètre de précision et d'un pulsographe.

1.3. Analyses statistiques

Les résultats des analyses de comptages cellulaires somatiques ont été traités par le logiciel SAS (2000) et on a déterminé les moyennes arithmétiques et géométriques,

les écarts-types et les fréquences. De plus, les quartiles (Q1, Q2 et Q3) et l'écart interquartile (Q3-Q1) ont été également calculés.

2. Résultats et discussion

2.1. Distribution des numérations cellulaires et situation sanitaire mammaire

La MA CCI des vaches est de l'ordre de 578000 ± 538000 cell./ml. Elle est importante par rapport au seuil de 300000 cell./ml fixé par FABRE et al [11] et au seuil de 200000 cell./ml relaté par Noireterre [12], présentant ainsi une situation sanitaire mammaire de loin non satisfaisante des élevages considérés. La

MG CCI observée de 180000 cell./ml est faible par rapport aux seuils données précédemment. Un tel résultat devrait être considéré avec prudence étant donné l'absence des normes d'appréciation relatives à des MG CCI.

Le diagramme des quartiles de la distribution des CCI (Tableau 1) montre que 75% des échantillons (Q3) ont des CCI < 513 000 cell./ml et 25% des échantillons (Q1) ont des CCI < 82 000 cell./ml. Les valeurs observées de l'écart-type ainsi que de l'écart interquartile (Q3-Q1) sont élevées (respectivement 538000 et 431000 cell./ml), ce qui peut s'expliquer en grande partie l'hétérogénéité marquée des CCI des échantillons considérés.

Tableau 1: Détermination du diagramme de la distribution des quartiles des CCI

| Variabes | CCI (x1000 cell./ml) |
|-----------------------------|----------------------|
| Q1 | 82 |
| Q2 (Médiane) | 191 |
| Q3 | 513 |
| Q3-Q1 (Ecart interquartile) | 431 |

La médiane (Q2) de cette distribution est de 191000 cell./ml dont 50% des échantillons ont des CCI inférieurs à cette valeur médiane qui est proche de la MG CCI (180000 cell./ml) et loin de la MA CCI (578000 cell./ml), ce qui confirme l'utilité de l'utilisation de la MG dans la distribution des numérations cellulaires, ce résultat conforme avec celui de SERIEYS qui a utilisé la MG sur les données brutes (cell./ml) et la transformation logarithmique pour le calcul des MA et des écarts-types [6].

Les numérations cellulaires somatiques présentent la particularité d'avoir une distribution logarithmique [13] et la MG apprécie de façon plus juste ce qui se passe dans la plupart de la population. Alors

qu'avec la MA, les valeurs élevées dans la distribution tirent le résultat vers le haut et la MA devient plus élevée et non représentative de la majorité de la population. Dans notre étude, la comparaison des MA et MG des données brutes (cell./ml) a été prise en considération sans recourir à une transformation logarithmique.

Le Tableau 2 montre que le pourcentage des vaches considérées saines (CCI moyen ≤ 200000 cell./ml) a augmenté de 45% à 56% en passant de la MA CCI vers la MG CCI. Le pourcentage des vaches ayant un CCI moyen > 1000000 cell./ml a diminué de 18% à 9% en passant également de la MA CCI vers la MG CCI.

Tableau 2: Répartition des vaches selon les moyennes arithmétique et géométrique des CCI

| CCI (cell. /ml) | % Vaches | |
|-------------------|----------|--------|
| | MA CCI | MG CCI |
| < 200000 | 45 | 56 |
| 200000 à 500000 | 22 | 23 |
| 500000 à 1 000000 | 15 | 12 |
| > 1 000000 | 18 | 9 |

2.2. Analyse des conditions de traite et étude des facteurs de risque des mammites

La majorité des éleveurs (93%) pratiquent le lavage des trayons avant la traite, en

utilisant des lavettes collectives. L'essuyage de la mamelle est pratiqué par 67 % des éleveurs, tout en utilisant la même lavette (Tableau 3).

Tableau 3: Opérations réalisées et caractéristiques de la traite des vaches

| Opérations de traite contrôlées | % Eleveurs | Caractéristiques de la traite | % Eleveurs |
|---------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| Lavage collectif des trayons | 93 | Traite hygiénique | 47 |
| Essuyage des trayons | 67 | Traite rapide | 53 |
| Elimination des premiers jets | 53 | Traite calme | 75 |
| Désinfection des trayons | 63 | Traite complète | 90 |

Le nettoyage et l'essuyage de la mamelle se font dans la quasi-totalité des élevages avec une lavette collective. Cette technique peut être responsable de la transmission des germes responsables des mammites lors de la traite [12]. L'étude statistique a révélé que l'absence du nettoyage et d'essuyage est associée à des CCI élevés (Tableau 5). Toutefois la différence entre les moyennes était non significative ($P > 0,05$). Ce résultat n'est pas conforme à celui trouvé par d'autres auteurs. En effet, en Belgique Pluvinaige et al et en Tunisie, Mtaallah et al ont montré l'influence du nettoyage et de l'essuyage des trayons sur les numérations cellulaires [10, 14].

L'élimination des premiers jets avant la traite est pratiquée par 53 % des éleveurs (Tableau 3). L'élimination des premiers jets avant la traite chez les élevages suivis se fait couramment sur sol sous la vache, présentant ainsi un facteur de risque de contamination de la surface de couchage de la vache [15, 16].

Par ailleurs, 63 % des éleveurs suivis réalisent le trempage des trayons après la traite. La seule technique utilisée pour la désinfection des trayons, dans la région d'étude, est le trempage des trayons dans une solution antiseptique. Cette désinfection des trayons n'est pas pratiquée quotidiennement (non régulière) et elle est effectuée à la fin du chantier de traite et non pas immédiatement après la dépose des gobelets-trayeurs. De même, la désinfection n'est pas tout à fait pratiquée toute l'année (non permanente), ni pour toutes les vaches (non systématique) et ni sur toute la longueur des trayons (non complète).

La différence entre la moyenne des CCI des élevages qui pratiquent l'élimination des 1^{ers} jets et le trempage et celle des élevages qui ne les pratiquent pas était significative (Tableau 5). Ce résultat s'accorde avec celui trouvé par d'autres auteurs [10, 17, 18].

La majorité des élevages pratique l'égouttage des trayons tout en réalisant une traite tranquille, mais l'hygiène et la rapidité sont adoptées uniquement par la moitié des élevages (Tableau 3).

Le testage des machines à traire a montré que 21% des machines à traire ont un vide de traite entre 42 et 45 kPa, vide généralement conseillé pour la traite mécanique des vaches en pot [19] et 54% ont un vide de traite faible (Tableau 4). 21% présentent une erreur acceptable de l'indicateur de vide ≤ 2 kPa (Tableau 4).

Un vide de traite faible augmente la durée de traite et peut être à l'origine d'une mauvaise traite ou traite traumatisante [20]. En effet, avec un vide de traite < 42 kPa, on a enregistré des CCI élevés et la différence entre les trois classes de vide était significative (Tableau 5). Entre la classe de vide > 45 kPa et la classe de vide entre 42 et 45 kPa, la différence n'était pas significative (Tableau 5), ce qui ne correspond pas à la bibliographie [21]. En réalité, la prévalence des mammites augmente avec un vide de traite important.

Tableau 4: Quelques paramètres de fonctionnement de la machine à traire

| Paramètres | Norme | Conformité (%) | < Norme (%) | > Norme (%) |
|---------------------------------|--------|----------------|-------------|-------------|
| Vide de traite (kPa) | 42-45 | 21 | 54 | 25 |
| Erreur Indicateur de vide (kPa) | Max. 2 | 21 | - | 79 |
| FP (puls/mn) | 55-60 | 18 | 28 | 54 |
| RP (%) | 55-65 | 40 | 42 | 18 |
| D (%) | Max. 5 | 46 | - | 54 |

La fréquence de pulsation (FP) était conforme à la norme (55-60 puls./mn) pour 18% des machines, alors que le rapport de pulsation (RP) répondait à la norme (55-65%) pour 40% des machines et le décalage (D) est valable dans 46% des cas, d'où, les trois paramètres de fonctionnement du pulsateur sont anormaux dans plus de 50% des machines considérées.

La FP est rapide chez 54% des machines, les éleveurs cherchent à augmenter la FP

pour diminuer la durée de la traite. Une pulsation défectueuse (> 60 puls./mn) est en relation avec l'apparition de nouvelles infections et aussi avec l'apparitions des lésions des trayons [20]. Les moyennes des CCI associées à une FP > 60 puls./mn sont significativement plus élevées ($P < 0,05$) par rapport aux moyennes relatives aux autres classes de la FP (Tableau 5). Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Billon et al [21].

Tableau 5: Recherche de l'impact des caractéristiques de traite sur les CCI

| Caractéristiques | | CCI (x 1000 cell./ml) |
|---|----------------|-----------------------|
| Lavage+Essuyage | | 356 ^a |
| Lavage sans essuyage | | 577 ^a |
| Sans lavage ni essuyage | | 1088 ^a |
| Contrôle 1 ^{ers} jets | Oui | 499 ^a |
| | Non | 609 ^a |
| Trempage | Oui | 572 ^a |
| | Non | 678 ^a |
| Contrôle 1 ^{ers} jets + Trempage | | 152 ^a |
| Contrôle 1 ^{ers} jets sans trempage | | 609 ^b |
| Sans contrôle 1 ^{ers} jets ni trempage | | 678 ^b |
| Vide de traite | <42 kPa | 801 ^b |
| | 42-45 kPa | 470 ^a |
| | >45 kPa | 472 ^a |
| Fréquence Pulsation | <55 puls./mn | 502 ^a |
| | 55-60 puls./mn | 381 ^a |
| | >60 puls./mn | 745 ^b |
| Rapport Pulsation | <55 % | 483 ^a |
| | 55-65 % | 436 ^a |
| | >65 % | 785 ^b |

ab : Différence entre les moyennes statistiquement significative ($P < 0,05$)

a, b : Différences entre les moyennes statistiquement non significatives ($P > 0,05$)

Le RP est faible chez 42% des machines, augmentant ainsi la durée de traite, d'où, le risque de mauvaise traite. Ce rapport est élevé chez 18% provoquant une traite défectueuse et le risque des mammites [20]. Un RP entre 55 et 65% semble être le meilleur compromis entre la rapidité de traite et l'état sanitaire de la mamelle [22]. Les moyennes des CCI sont significativement plus élevées ($P < 0,05$) par

rapport aux moyennes relatives aux autres classes du RP (Tableau 5).

En définitive, dans le cas de l'échantillon étudié, on a trouvé que les opérations de traite n'ont pas d'influence sur les CCI dans la plupart des chantiers de traite (Tableau 5), alors que les paramètres de fonctionnement de la machine à traire ont montré une corrélation significative avec les CCI, uniquement pour les caractéristiques de pulsation (Tableau 6).

Tableau 6: Coefficients de corrélation de certains paramètres de fonctionnement de la machine à traire avec les CCI

| Variables | Vide de traite | FP | RP |
|-----------|----------------------|--------|---------|
| CCI | -0,110 ^{ns} | 0,118* | 0,197** |

ns : corrélation non significative * corrélation significative ($P < 0,05$) ** corrélation significative ($P < 0,01$)

Conclusion

Il résulte de cette étude, entreprise sur l'élevage bovin laitier hors sol en milieu semi-aride, que la majorité des vaches de l'échantillon considéré présente des numérations cellulaires individuelles élevées, impliquant la prévalence des

infections mammaires au sein des troupeaux suivis.

La comparaison des moyennes arithmétique et géométrique a révélé une différence importante entre ces deux moyennes. L'utilisation du diagramme des quartiles a montré que la moyenne

géométrique est mieux adaptée par rapport à la moyenne arithmétique dans l'analyse de la distribution des valeurs des numérations cellulaires.

L'analyse descriptive des conditions de traite des vaches a dévoilé qu'elles sont loin d'être respectées dans la plupart des élevages considérés. Elle a montré plusieurs anomalies hygiéniques, techniques et technologiques. Les mauvaises pratiques hygiéniques de traite pourraient constituer des facteurs de risque des mammites avec également le non respect des paramètres de fonctionnement des machines à traire adoptées. On a montré dans cette étude que les paramètres de fonctionnement de la machine à traire ont une incidence sur les taux cellulaires du lait, et plus précisément, les caractéristiques du système de pulsation sont corrélées avec ces taux cellulaires.

Références bibliographiques

- [1]. **Serieys F.** 1985,: Interprétation des concentrations cellulaires du lait individuel de vache pour le diagnostic de l'état d'infection mammaire. *Ann. Rech. Vét.*, 16 (3), p. 263-269.
- [2]. **Coulon J. B., Dauver F., Garel J. P.** 1996: Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques. *INRA Prod. Anim.*, , 9 (2), p. 133-139.
- [3]. **Barnouin J., Geromegnace N., Chassagne M., Dorr N., Sabatier P.** 1999,: Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements français. *INRA Prod. Anim.*, 2 (1), p. 39-48.
- [4]. **Faye B., Dorr N., Lescourret F., Barnouin J., Chassagne M.** 1994,: Les infections intra-mammaires chez la vache laitière dans l'enquête éco pathologique Bretagne. *INRA Prod. Anim.*, 7 (1), p. 55-65.

L'étude des facteurs de risque associés aux mammites subcliniques a été limitée et elle mérite encore l'approfondissement de l'analyse de l'ensemble des conditions d'élevage et de traite pour une meilleure description des résultats cellulaires permettant d'apprécier convenablement la situation sanitaire mammaire et de mettre en place le programme adéquat de lutte contre les mammites.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction régionale de l'Office d'Elevage et des Pâturages (OEP), le Groupement Central des SMSA et la SMSA ELHOUDA à Mahdia pour leur aide dans la réalisation de ce travail entrepris dans le cadre d'une action de recherche IRESA-GIVLAIT.

- [5]. **Rupp R., Boichard D., Bertrand C., Bazin S.** 2000,: Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *INRA Prod. Anim.*, 13 (4), p. 257-267.
- [6]. **Serieys F.** 1985: Concentration cellulaire du lait individuel de vache : influence de l'état d'infection mammaire, du numéro, du stade de lactation et de la production laitière. *Ann. Rech. Vét.*, , 16 (3), p. 255-261.
- [7]. **Agabriel C., Coulon J.B., Sibra C., Journal C., Hauwuy A.** 1997: Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait en exploitation. *Ann. Zootech.*, 46, p. 13-19.
- [8]. **Barnouin J., Fayet J.C., Jay M., Brochart M.** 1986,: Enquête éco-pathologique continue: facteurs de risque des mammites de la vache laitière I. Analyses multidimensionnelles sur données d'élevage. *Can Vet J*, 27, p. 135-145.
- [9]. **Barnouin J., Fayet J.C., Jay M., Brochart M.** 1986: Enquête éco-

pathologique continue: facteurs de risque des mammites de la vache laitière II. Analyses complémentaires sur données individuelles et d'élevage. *Can Vet J*, 27, p. 173-184.

[10]. **Mtaallah B., Oubey Z., Hammami H.** 2002,: Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier, *Rev. Méd. Vét.*, 153, 4, p. 251-260.

[11]. **Fabre J.M., Bazin S., Faroult B., Cail P., Berthelot X.** 1996,: Lutte contre les mammites. Résultats d'enquête réalisée auprès de 1038 élevages français. *Bulletin des GTV*, (2), p. 13-16.

[12]. **Noireterre Ph.** 2006,: Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière, *Thèse Vétérinaire Lyon, France*, 98 p.

[13]. **Shook G.E.** 1982: Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. *Annual Meeting of the National Mastitis Council, NMC, Washington*, , p. 150-166.

[14]. **Pluvinage P., Ducruet T., Josse J., Monicat F.** 1991: Facteurs de risque des mammites des vaches laitières. Résultats d'enquête. *Rec. Méd. Vét.*, , 167 (2), p. 105-112.

[15]. **Guerin P., Guerin F.** 2006,: Les mammites de la vache laitière, Laboratoire Reproduction et Laboratoire Microbiologie et Immunologie, *Ecole Nationale Vétérinaire Lyon, France*, 140 p.

[16]. **Leversque P.** 2004: L'observation des premiers jets, *Revue Le Producteur de Lait Québécois*, Décembre 2003/Janvier, p. 43-44.

[17]. **Rasmussen M.D., Galton D.M., Petersson L.G.** 1991: Effets of premilking teat preparation on spores anaerobes, bacteria, and iodine residues in milk. *J. Dairy Sci.*, , 74, p. 2472-2478.

[18]. **Schukken Y.H., Grommers F.J., Van De Geer D., Erb H.N., Brand A.** 1991: Risk factors for clinical mastitis in herds with a low bulk milk somatic cell count ; 2 Risk factors for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J. Dairy Sci.*, 74, p. 826-832.

[19]. **Gaudin V.** 2008: Protocole provisoire de contrôle des installations de traite, Mission Coopération Loire Atlantique, France - Mahdia, Tunisie, *Conseil Général de Loire Atlantique*, 3 p.

[20]. **Mezine M.** 2006: Analyse descriptive des facteurs de risque liés aux mammites dans des élevages d'une clientèle des Ardennes appliquant la démarche GTV Partenaire, *Thèse Vétérinaire ALFORT, France*, 146 p.

[21]. **Billon P. Sauvée O., Menard J.L., Gaudin V.** 1998: Influence de la traite et de la machine à traire sur les numérations cellulaires et les infections mammaires chez la vache laitière, *Rech. Rech. Ruminants*, 5, p. 305-312.

[22]. **Billon P.** 2004: Machines à traire et mammites comment interpréter les contrôles et les observations pour mieux conseiller les éleveurs ? *Journées Nationales GTV*. Tours, 29-30-31 Mai, p. 833-839.