

ÉTUDE DESCRIPTIVE DES COMPTAGES CELLULAIRES COLLECTIFS DU LAIT CHEZ DES PETITES UNITES BOVINES HORS SOL DE LA TUNISIE SEMI-ARIDE

M'SADAK Youssef *, HAJ MBAREK Rim, MIGHRI Leïla, KRAIEM Khemais
Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie

*Email : msadak.youssef@yahoo.fr

Résumé.- L'objectif de ce travail consiste à évaluer la situation sanitaire mammaire des vaches, à partir des Taux Cellulaires de Troupeau (TCT) et des Taux Cellulaires de Troupeau estimés (TCTE). L'étude a été réalisée sur un échantillon de 40 élevages bovins de type hors sol dans la région de Monastir, zone semi-aride de la Tunisie littorale durant une période de 8 mois. Le diagnostic sanitaire mammaire a été effectué par la méthode de numération cellulaire directe sur le lait de mélange du troupeau et par l'estimation des TCTE. La détermination et la distribution des moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) ainsi que les quartiles et les interquartiles des TCT et des TCTE ont permis de dégager quelques constatations. Ainsi, il ressort que les MA sont toujours plus élevées que les MG tant pour les TCT que pour les TCTE. On a aussi dévoilé que les TCT sont généralement plus faibles que les TCTE. Cette différence provient suite au phénomène de dilution produit par le fait que le TCT est mesuré sur le mélange du lait des vaches en lactation d'un troupeau donné. La répartition des moyennes, (MA et MG) des TCT et des TCTE, en fonction de la taille du troupeau, du pourcentage des primipares et de la saison de contrôle, a révélé que la diminution du nombre de vaches par troupeau (< 5 vaches présentes), l'augmentation du taux des primipares et la saison printanière réduisent les infections mammaires. La situation cellulaire laitière relevée relativement défavorable mérite une intervention efficace pour améliorer la qualité cellulaire du lait, et par conséquent, l'état sanitaire des mamelles.

Mots clés: Diagnostic descriptif, élevage bovin laitier hors sol, taux cellulaire de troupeau, mammites, Tunisie semi-aride.

DESCRIPTIVE STUDY OF COLLECTIVE CELL COUNTS OF MILK IN SMALL UNITS CATTLE ABOVEGROUND SEMI-ARID TUNISIA

Abstract.- The objective of this work is to assess the health status of breast cows from Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates. The study was conducted on a sample of 40 cattle farms above ground type in the region of Monastir, semi-arid zone of Tunisia during a shore period of 8 months. Breast health diagnosis was made by the method of direct cell count in the herd's mixed milk and by estimating Cellular herd Rate. The determination and distribution of arithmetic average and geometric average, quartiles and interquartile of TCT and TCTE has identified some findings. Thus, it appears that the arithmetic average are always higher than geometric average for both Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates. It was also revealed that the Cellular herd Rate are generally lower than estimated Cellular Herd rates. This difference is a result of the dilution effect produced by the fact that the Cellular herd Rate is measured on the herd's mixed milk of a given herd. Distribution of averages and of Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates, depending on herd size, the percentage of primiparous and season control, showed that the decrease in number of cows per herd (<5 present cows), the increase of the percentage of primiparous and the spring season can reduce mastitis. The dairy cellular situation relatively unfavorable deserves an effective intervention to improve the milk quality and the cellular health

Key words: Diagnostic descriptive, aboveground dairy cattle breeding, cellular herd rate, mastitis, semi-arid Tunisia.

Introduction

Les mammites cliniques et subcliniques représentent une préoccupation majeure en élevage bovin laitier [1]. Selon AOUADI (1991) 20% des pathologies rencontrées chez la vache laitière en Tunisie sont généralement des infections mammaires [2]. Ces mammites sont des pathologies coûteuses et leurs conséquences économiques sont très importantes [3,4,5]. Le comptage cellulaire du lait est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle, utilisé pour le dépistage des mammites dans les élevages [6]. Les analyses cellulaires réalisées sur les laits de troupeaux pourraient permettre d'apprécier la prévalence des infections mammaires dans les exploitations et d'empêcher l'évolution des risques des mammites [7], d'où l'importance des taux cellulaires de troupeau (TCT) et de leur interprétation. Le TCT correspond au nombre de cellules somatiques dans un millilitre prélevé du lait de mélange des vaches au sein d'un même troupeau [8]. Il existe une forte corrélation entre le TCT et le nombre de quartier infectés par troupeau [9].

Dans cette perspective, la présente investigation se propose comme objectif essentiel la contribution à l'étude descriptive des TCT (à partir des analyses laitières collectives) et des taux cellulaires de troupeau estimés (TCTE) basés sur la moyenne des taux cellulaires individuels (TCI) par troupeau chez des petits élevages bovins laitiers du Sahel Tunisien à climat semi-aride, menés en hors sol, en vue de l'élaboration préliminaire d'un système général de paiement du lait à la qualité à instaurer ultérieurement pour les éleveurs bovins laitiers en Tunisie.

1.- Matériel et méthodes

Cette étude est accomplie dans la région de Monastir (Zone littorale de la Tunisie), sur 40 élevages bovins laitiers inscrits au Contrôle Laitier relatifs à 364 vaches présentes (VP) et 317 vaches en lactation (VL) de même race (Pie Noire Holsteinisée), durant une période de 8 mois étalée de Septembre 2009 à Avril 2010. Tous les troupeaux considérés font appel au système d'élevage hors sol, caractérisé par l'insuffisance ou l'absence des ressources fourragères, à cause des ressources en eau généralement limitées tant quantitativement (zone semi-aride) que qualitativement (salinité excessive).

Les échantillons de lait ont été prélevés à la fin du chantier de traite de chaque troupeau (lait de mélange), tout en ayant recours à une agitation du lait collecté avant le prélèvement. L'appareil de mesure le plus répandu dans les laboratoires d'analyses du lait est le Fossomatic (méthode fluoro-opto-électronique) et ses dérivés. Le principe consiste à compter les noyaux des cellules du lait rendus fluorescents par coloration au bromure d'éthidium (agent intercalant de l'ADN) [10].

Dans cette étude, Les analyses des échantillons du lait ont été effectuées au sein du laboratoire du Service de Contrôle Laitier du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet (Ariana, Tunisie), à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic 4000. L'étude sera axée notamment sur les comptages cellulaires collectifs permettant une appréciation de la qualité cellulaire du lait produit et l'estimation des conséquences sanitaires (état d'infection mammaire).

Les données des TCT sont relevées à partir des fiches des résultats d'analyses des échantillons collectifs du lait. Les TCTE ont été déterminés à partir de la moyenne des TCI par troupeau. Les données cellulaires individuelles ont été collectées à partir des fiches du contrôle laitier. Les TCT et TCTE ont été dépouillés pour les 40 élevages considérés

durant la période de Septembre 2009 à Avril 2010, de façon à évaluer leurs évolutions mensuelle et saisonnière et leur distribution selon la taille du troupeau, le pourcentage des primipares dans le troupeau.

Une analyse statistique élémentaire a été réalisée en faisant appel au calcul des moyennes (arithmétique et géométrique), des quartiles et de l'Écart interquartile.

Les moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) des TCT et des TCTE ont été déterminées par les formules [11]:

$$MA = \frac{\sum_1^n NCS}{N} \quad \text{et} \quad MG = \sqrt[n]{NCS1 \times NCS2 \times \dots \times NCSn}$$

NCS : Numération Cellulaire Somatique dans le lait

N : Nombre total des échantillons de lait

Il est aussi déterminé les quartiles (Q_1 , Q_2 et Q_3) et l'Écart interquartile (Q_3-Q_1) des TCT et TCTE pour mieux apprécier la répartition des données cellulaires dans l'échantillon étudié.

2.- Résultats et discussion

2.1.- Présentation des taux cellulaires de troupeau

2.1.1.- Considérations générales

L'analyse d'une série des TCT et des TCTE et de leur évolution au cours du temps est toujours profitable pour l'appréciation de la situation sanitaire mammaire.

La base de cette étude est un suivi cellulaire laitier qui a concerné 40 troupeaux de vaches laitières correspondant à seulement 185 valeurs de TCT et 253 valeurs des TCTE. Cette différence de situation revient à des problèmes rencontrés dans le ramassage, la conservation et l'analyse des échantillons prélevés. A cet égard, cette étude ne peut présenter qu'une première approche de la description des valeurs relevées des TCT et TCTE à l'échelle de la région d'étude.

2.1.2.- Distribution générale des TCT et des TCTE

Pour les échantillons du lait collectif analysés, il y a environ 34% ayant des TCT < 200000 cell. /ml, résultat se rapprochant de celui rapporté par FABRE *et al.* (1996) dont le pourcentage des échantillons ayant des TCT < 200000 cell. /ml, est de 37,7% [12]. Le TCT est situé entre 200000 et 500000 cell. /ml chez 23% des échantillons. Les TCT sont > 500000 cell. /ml chez 43% (tab. I).

81% des élevages suivis ont un TCTE > 200000 cell. /ml (tab. I). Ces valeurs cellulaires indiquent l'existence des mammites subcliniques à cliniques au sein des troupeaux selon les interprétations relatées par WATTIAUX (2005) [13].

2.2.- Moyennes arithmétique et géométrique des TCT et des TCTE

La moyenne arithmétique des TCT enregistrés (MA TCT) a été de 771000 ± 967000 cell. /ml. Cette valeur apparaît plus élevée en comparaison avec celle trouvée par

MTAALLAH *et al.* (2002) [14], sur un échantillon des grands troupeaux bovins laitiers au Nord de la Tunisie, qui est de 626000 ± 431000 cell. /ml et par M'SADAK *et al.* (2008) [15] sur un échantillon des petits troupeaux dans une région similaire à la zone d'étude (Mahdia relevant aussi du Sahel Tunisien semi-aride), qui est 353000 ± 290000 cell. /ml.

Tableau I.- Distribution des échantillons du lait collectif selon leurs TCT et TCTE
(*: Pourcentages des échantillons selon le TCT attribué à chaque échantillon du lait de mélange,** : Pourcentages des échantillons selon le TCTE attribué à chaque contrôle laitier des CCI des vaches au sein du troupeau)

Numération cellulaire (x1000 cell. /ml)	TCT *		TCTE **	
	Nombre	%	Nombre	%
< 200	63	34	49	19
200-500	42	23	71	28
500-1000	34	18	66	26
> 1000	46	25	67	27
Total	185	100	253	100

La moyenne arithmétique des TCTE (MA TCTE) est de 851000 ± 1042000 cell. /ml. Les écarts-types importants reflètent en partie une hétérogénéité marquée de la situation mammaire de l'échantillon des troupeaux étudiés.

Les TCTE moyens représentant les moyennes estimées des TCI sont amplement différents des TCT relevés. En effet, la quantité journalière de lait produite par troupeau, pourrait contribuer par dilution, à l'ajustement des concentrations cellulaires autour du niveau TCI moyen au cours de la lactation [16].

La moyenne géométrique des TCT (MG TCT) est 385000 cell. /ml et la MG TCTE est 499000 cell. /ml. La distribution des troupeaux selon les moyennes arithmétiques et géométriques des TCT et des TCTE a été relatée dans le tableau II. Seulement 15% des MA TCT et 25% des MG TCT sont < 200000 cell. /ml. Concernant les numérations estimées, 7% des MA TCTE et 12% des MG TCTE sont < 200000 cell. /ml.

Tableau II.- Distribution des troupeaux selon leurs TCT et TCTE moyens
(*: Pourcentages des troupeaux selon les TCT et TCTE moyens calculés par troupeau par recours aux deux moyennes considérées MA et MG)

Numération cellulaire (x1000 cell. /ml)	MA TCT		MG TCT		MA TCTE		MG TCTE	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
≤ 200	6	15	10	25	3	7	5	12
200-500	12	30	13	32	11	28	13	33
500-1000	10	25	11	28	10	25	12	30
> 1000	12	30	6	15	16	40	10	25
Total	40	100	40	100	40	100	40	100

La prévalence des infections mammaires apparaît plus élevée en appliquant la méthode de la moyenne arithmétique, de ce fait plus «sévère» dans l'estimation des fréquences de mammites subcliniques. En raison du contexte tunisien, il conviendrait de retenir plutôt la méthode de la moyenne géométrique, moins sévère, pour des études futures afin de ne pas pénaliser l'éleveur lors de l'établissement des normes pour le

paiement du lait à la qualité, entre autres, selon sa valeur cellulaire. Une telle décision à vocation provisoire est dictée par la nécessité immédiate d'amélioration progressive de la qualité du lait à la réception, appuyée par l'acceptation des éleveurs des normes nouvelles de qualification laitière.

2.3.- Diagramme des quartiles des TCT et TCTE

Le diagramme des quartiles des TCT et TCTE est utilisé pour mieux estimer la répartition des valeurs des TCT et TCTE des échantillons laitiers collectifs étudiés. Il est repéré que 25% des échantillons du lait de mélange, ont un TCT < 156000 cell. /ml et un TCTE < 260000 cell. /ml, que 50% des échantillons ont un TCT < 373000 cell. /ml et un TCTE < 546000 cell. /ml et que 75% des échantillons, ont un TCT < 987000 cell. /ml et un TCTE < 1049000 cell. /ml (tab. III). La valeur médiane des TCT trouvée (373000 cell. /ml) est très proche de la MG des TCT des échantillons du lait de mélange (385000 cell. /ml) et loin de la MA des TCT (771000 cell. /ml), ce qui confirme l'utilité de l'utilisation de la MG dans la distribution des numérations cellulaires.

Tableau III.- Détermination du diagramme des quartiles de la distribution des TCT et des TCTE (*: Calcul fait sur la moyenne arithmétique des TCT et TCTE par troupeau, **: Calcul fait sur les TCT et TCTE attribués aux échantillons du lait de mélange)

Variables	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
	MA TCT *	TCT**	MA TCTE*	TCTE**
Q ₁ (Premier quartile)	295	156	388	260
Q ₂ (Médiane)	642	373	809	546
Q ₃ (Troisième quartile)	1147	987	1200	1049
Q ₃ -Q ₁ (Ecart interquartile)	852	831	812	789

La réglementation actuelle en France utilise la MG du lait de mélange pour six mois. Elle impose une valeur inférieure à 400000 cell. /ml [17]. En effet, pour les 40 élevages suivis, on trouve que 55% des élevages ont une MG TCT, durant huit mois, inférieure à 400000 cell. /ml. Les études ultérieures devraient préciser, entre autres, le nombre de contrôles à impliquer dans la Normalisation Tunisienne (NT) à retenir.

La numération cellulaire du lait de mélange ne donne qu'une indication globale de l'état sanitaire de tout le troupeau. En effet, deux troupeaux qui présentent des numérations cellulaires collectives identiques peuvent cependant avoir des situations différentes sur le plan sanitaire mammaire [18]. En dépit du manque de précision, le TCT est le paramètre le mieux adapté pour le suivi cellulaire à entreprendre auprès des élevages bovins laitiers sur le plan tant pratique qu'économique.

2.4.- Variation des TCT et des TCTE

2.4.1.- Variation des TCT et des TCTE selon la taille du troupeau

Les MA et les MG des TCT et des TCTE sont plus faibles chez les troupeaux ayant un effectif ≤ 5 vaches présentes (VP) et plus élevées chez les troupeaux ayant un effectif >10 VP (tab. IV). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la taille du troupeau a une influence sur la maîtrise des conditions d'hygiène dans l'élevage. Avec un nombre élevé des vaches, la prévention contre les infections, surtout les infections mammaires,

devient plus difficile [19].

Tableau IV.- Évolution des TCT et TCTE en fonction de la taille du troupeau
(*: Moyenne arithmétique des TCT et TCTE moyens des troupeaux
**: Moyenne géométrique des TCT et TCTE moyens des troupeaux)

VP	Nombre Troupeaux	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
		MA TCT*	MG TCT**	MA TCTE*	MG TCTE**
≤ 5 VP	7	432 ± 270	204	558 ± 343	385
De 6 à 10 VP	16	832 ± 562	455	862 ± 557	503
> 10 VP	17	892 ± 654	474	893 ± 589	568

2.4.2.- Variation des TCT et des TCTE selon la part des primipares dans le troupeau

Les MA et les MG des TCT et des TCTE sont plus faibles chez les troupeaux ayant plus que 50% de vaches primipares et elles sont plus élevées chez les troupeaux composés seulement de vaches multipares (tab. V). Cette étude, menée sur l'influence de l'âge moyen des vaches dans un troupeau sur les moyennes des TCT et des TCTE, a confirmé celle réalisée par SERIEYS (2004) qui a dévoilé que les élevages jeunes sont moins touchés par les mammites dans les conditions normales d'élevage [20].

Tableau V.- Évolution des TCT et des TCTE selon l'importance des primipares dans le troupeau (*: Moyenne arithmétique des TCT et TCTE moyens des troupeaux,
**: Moyenne géométrique des TCT et TCTE moyens des troupeaux)

% Primipares	Nombre Troupeaux	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
		MA TCT*	MG TCT**	MA TCTE*	MG TCTE**
0	9	900 ± 587	459	1147 ± 559	671
0-25	11	726 ± 745	401	849 ± 609	471
25- 50	13	837 ± 448	452	911 ± 497	648
> 50	7	718 ± 431	357	709 ± 506	395

2.4.3.- Variations mensuelle et saisonnière des TCT et des TCTE

Tableau VI.- Évolutions mensuelle et saisonnière des TCT (x1000 cell. /ml) et des TCTE (x1000 cell. /ml) moyens (MA TCT : Moyenne Arithmétique des Taux Cellulaires du Troupeau calculée sur l'ensemble de 40 troupeaux, MG TCT : Moyenne Géométrique des Taux Cellulaires du Troupeau calculée sur l'ensemble de 40 troupeaux)

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
MA TCT	1011±1152	959±1087	482±383	466±416	899±1065	1021±1336	598±776	611±763
MA TCTE	1012±1365	741±673	952±1017	686±615	651±614	1075±1588	814±1043	919±860
MG TCT	540	489	322	311	420	503	321	267
MG TCTE	548	496	616	424	367	581	428	593
	Saison Automnale			Saison Hivernale			Saison Printanière	
MA TCT	817±238			796±238			604±7	

MA TCTE	902±116	804±192	867±52
MG TCT	440	403	293
MG TCTE	551	449	504

La distribution des MA et des MG des TCT et des TCTE a montré des variations mensuelles et saisonnières. On remarque que ces moyennes sont plus élevées dans la saison automnale et plus faibles dans la saison printanière (tab. VI). La saison automnale se caractérise par une humidité élevée avec une élévation de la température. Un climat chaud et humide favorise la transmission des germes et peut être responsable des mammites d'environnement [21]. L'effet de la saison de vêlage sur l'état infectieux des mamelles conduit vers l'organisation des inséminations fécondantes, afin d'éviter les vêlages automnaux déconseillés par plusieurs auteurs [22, 23, 16, 24]. Néanmoins, l'étude entreprise n'a pas pris en considération l'impact saisonnier des vêlages sur la santé mammaire. L'effet saisonnier étudié s'est intéressé aux variations sanitaires mammaires saisonnières sans tenir compte de la date de vêlages pour chaque vache.

Conclusion

L'analyse descriptive des taux cellulaires de troupeau (TCT) et des taux cellulaires de troupeau estimés (TCTE) d'un certain nombre d'élevages bovins hors sol dans la région de Monastir (Tunisie littorale semi-aride), a permis de dégager diverses constatations relatives tant, à la situation sanitaire mammaire, appréciée à partir de la qualité cellulaire du lait, qu'à la méthodologie d'étude à mettre en œuvre ultérieurement. A cet égard, on peut remarquer essentiellement que:

Les moyennes des TCT apparaissent plus élevées avec la méthode basée sur la moyenne arithmétique en comparaison avec celle basée sur la moyenne géométrique. Cette dernière méthode mérite d'être valorisée dans la normalisation future à mettre en œuvre. Notons également l'intérêt de la détermination du diagramme des quartiles pour mieux apprécier la distribution des valeurs des TCT et TCTE au sein de l'échantillon étudié.

Un troupeau à effectif > 5 vaches présentes (VP) dont la plupart (plus que 50%) est constituée par des multipares et la saison automnale sont les modalités, selon le contexte de cette étude, qui tendent à augmenter les TCT, et par conséquent, les mammites dans un élevage bovin laitier.

Dans l'avenir, il convient particulièrement d'analyser la situation sanitaire mammaire respectivement à partir des TCT, en faisant dégager, entre autres, l'importance des troupeaux sains et infectés (infections mammaires subclinique ou clinique). Par ailleurs, le nombre de contrôles à engager mérite d'être établi.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction Régionale de l'Office d'Elevage et des Pâturages (OEP) de Monastir en Tunisie ainsi que tous les éleveurs bovins laitiers ayant fait partie de cette étude touchant des élevages affiliés au Contrôle Laitier.

Références bibliographiques

- [1].- Roussel Ph., Ribaud D., Menard J. L., 2001.- Facteurs d'élevage associés au risque d'infections mammaires chez les primipares après le vêlage. Institut de l'Élevage. 1p.
- [2].- Aouadi A., 1991.- Contribution à l'étude des paramètres zootechniques dans les grands élevages bovins du gouvernorat de Béja. Thèse de Doc. Vét., Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, Tunis, 100 p.
- [3].- Janzen J. J., 1970.- Economic losses resulting from mastitis. *J. Dairy Sci.*, 53 : 1151-1161.
- [4].- Barnouin J., Fayet J. C., Brochart M., Bouvier A., Paccard P., 1983.- Enquête Eco-Pathologique Continue : Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. Vet.*, 14 : 247-252.
- [5].- Beck H. S., Wise W. S., Dodd F.H., 1992.- Cost-benefit analysis of bovine mastitis in the UK. *J. Dairy Res.*, 59 : 449-457.
- [6].- 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. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 12 (1) : 39-48.
- [7].- Cremoux (De) R., Heuchel V., Berny F., 2001.- Description et interprétation des comptages de cellules somatiques de laits de troupeau en élevage caprin. Institut de l'Élevage. FAIR CT 95-088. 1 p.
- [8].- Bouaziz O., 2005.- Contribution à l'étude des infections intramammaires de la vache laitière dans l'Est de l'Algérie, Thèse Doctorat d'état. Université Mentouri de Constantine, Faculté des Sciences, Département des Sciences Vétérinaires, 235 p.
- [9].- Serieys F., 1995.- Le point sur les mammites des vaches laitières. ITEB, Paris, 65 p.
- [10].- 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.
- [11].- Rupp R., Boichard D., Bertrand C., Bazin S., 2000.- Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 13 (4): 257-267.
- [12].- 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): 13-16.
- [13].- Wattiaux M., 2005.- Les Mammites : Lactation et récolte du lait. Guide technique. Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, USA : 66-76.

- [14].- 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.*, 2002, 153, 4: 251-260.
- [15].- M'Sadak Y., Mighri L., Kraiem K., 2008.- Diagnostic de la santé mammaire des vaches laitières chez les petits éleveurs dans la région de Mahdia, Affiche, Actes 15^{ème} Journées Scientifiques IRESA, Nabeul, Tunisie, 18 et 19 Décembre 2008.
- [16].- Schukken Y. H., Buurman J., Brand A., Van Der Geer D. et Grommers F. J., 1990.- Population dynamics of bulk milk somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 73: 1343-1350.
- [17].- Brunet J., 2005.- Modalités du paiement du lait a la qualité, LILCO, 11 p.
- [18].- Hanzen Ch., 2009.- La pathologie infectieuse de la glande mammaire - Etiopathogénie et traitements, Approche individuelle et de troupeau. Université de Liège, 63 p.
- [19].- Roussel Ph., Seegers H., Sérieys F., 2011.- UMT Maîtrise de la santé des troupeaux bovins, Guide d'intervention pour la maîtrise des mammites dans les troupeaux laitiers. 134 p.
- [20].- Serieys F., 2004.- Rapport d'expertise : Epidémiologie. Conférence de Consensus sur le traitement des mammites bovines, Prague, 2004, 27 p.
- [21].- Gandon J. B., 2010.- Comparaison entre la méthode épidémiologique et la méthode bactériologique de diagnostic lors d'une épizootie de mammites en élevage bovin. Thèse Vétérinaire Alfort, France, 85 p.
- [22].- Bodoh G. W., Battista W. J., Schultz L. H. et Johnston R. P., 1975.- Variation in somatic cell count in dairy herd improvement milk samples. *J. Dairy Sci.*, 59: 1119-1123.
- [23].- Wiggans G. R. et Shook G. E., 1987.- A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.*, 70: 2666-2672.
- [24].- Coulon J. B., Dauver F. et Garel J P., 1996.- Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez les vaches indemnes de mammites cliniques. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 9: 133-139.