

Analyse descriptive des numérations cellulaires somatiques du lait chez des petites étables bovines hors sol dans la région de Monastir (Tunisie)

Y. M'SADAK¹, R. HAJ MBAREK¹, L. MIGHRI¹, K. KRAIEM¹

(Reçu le 25/03/2013; Accepté le 06/12/2013)

Résumé

Cette étude se propose l'appréciation de la santé mammaire des vaches. Le diagnostic a concerné 40 troupeaux bovins hors sol dans une zone semi-aride de la Tunisie littorale. Il a été effectué durant une période de 8 mois en adoptant la méthode directe de numération cellulaire sur lait, tant de vache que de troupeau. La détermination des moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) ainsi que la distribution des quartiles et des interquartiles des numérations cellulaires individuelles (NCI) et de troupeau, aussi bien réelles (NCT) qu'estimées (NCTE), ont permis de dégager quelques constats. De ce fait, les MA sont toujours plus élevées que les MG. Le diagramme des quartiles a témoigné de la fiabilité de l'utilisation de la méthode des MG. Il a été aussi dévoilé que les NCT sont généralement plus faibles que les NCTE. L'âge des vaches a montré une action directe sur les numérations cellulaires. L'évolution de la numération cellulaire moyenne au cours de la lactation est inverse à la production laitière individuelle. Les troupeaux jeunes et à effectif réduit sont les moins touchés par les mammites. L'effet de la saison sur l'état infectieux mammaire oriente les éleveurs vers la prise des précautions surtout durant la saison automnale.

Mots-clés: Diagnostic descriptif, Elevage bovin laitier hors sol, numérations cellulaires, mammites, Tunisie semi-aride.

INTRODUCTION

En Tunisie, l'atteinte de l'autosuffisance au niveau de la filière lait, prévue pour 2011, a été réalisée en 2000. Néanmoins, l'aspect qualité cellulaire du lait, qui est toujours défaillant, incite à déterminer les principaux facteurs qui influencent les teneurs du lait en cellules somatiques. Concernant l'élévation des numérations cellulaires, plusieurs études incriminent principalement les mammites. La mammité constitue encore le trouble sanitaire majeur en troupeaux bovins laitiers, sa maîtrise est cruciale pour optimiser la rentabilité de l'atelier laitier. Il s'agit de l'inflammation d'un ou de plusieurs quartiers de la mamelle. Elle s'exprime par des signes de gravité variable. Couramment, les signes cliniques sont absents ou non perçus : C'est la mammité dite subclinique qui peut être détectée par un nombre élevé de cellules somatiques dans le lait (Barnouin et al., 1983 ; Seegers et al., 1997). Les numérations cellulaires constituent un élément d'appréciation de l'état sanitaire global de la mamelle, d'estimation de la prévalence des mammites dans le troupeau et d'évaluation de la qualité du lait destiné à la consommation (Beck et al., 1992 ; Barnouin et al., 1999). La numération cellulaire individuelle (NCI) correspond au nombre de cellules somatiques dans un millilitre prélevé du lait d'une vache, de même, la numération cellulaire de troupeau (NCT) est le nombre de cellules somatiques dans un millilitre prélevé du lait de mélange des vaches au sein d'un même troupeau (Bouaziz, 2005). En outre, il existe plusieurs facteurs de variation des numérations cellulaires. Ces facteurs peuvent être en rapport avec les paramètres physiologiques de l'animal (race, rang et stade

de lactation, production laitière, ...), les caractéristiques des troupeaux (taille, ...), les conditions d'élevage (logement, environnement, pratiques de traite, ...) et les conditions d'étude (climat, année, saison, ...).

La présente investigation a comme objectif essentiel la contribution à l'étude descriptive des NCI (à partir des analyses laitières individuelles), des NCT (à partir des analyses laitières par troupeau) et des NCTE (estimées en se basant sur la moyenne des NCI) chez des petits élevages bovins laitiers à Monastir, zone du Sahel Tunisien à climat semi-aride, 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.

MATERIEL ET METHODES

Des enquêtes et des prélèvements de lait ont été réalisés dans 40 exploitations à spéculation bovine laitière relatives à 364 vaches présentes (VP) et 317 vaches en lactation (VL) de race identique (Pie Noire Holsteinisée). Les élevages suivis sont inscrits au Contrôle Laitier dans la région de Monastir (Sahel Tunisien), zone côtière caractérisée par un climat Méditerranéen. Durant 8 mois de suivi, étalés de Septembre 2009 à Avril 2010, on a essayé de mieux cerner l'échantillonnage du lait et de garantir l'acquisition des données d'une lactation complète pour chaque vache. Les troupeaux considérés sont préservés, dans la plupart des cas, en zéro pâturage avec une alimentation à base, particulièrement, de foin d'avoine et du concentré, d'où, l'appellation élevage bovin laitier hors sol. Ce choix a été requis

* Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie. * msadak.youssef@yahoo.fr

suite aux ressources hydriques insuffisantes quantitativement (milieu semi-aride) et qualitativement (eaux majoritairement saumâtres ou salées) pour produire suffisamment des fourrages destinés, entre autres, à l'affouragement en vert.

Les échantillons de lait individuel ont été prélevés lors du chantier de traite alors que les échantillons de lait collectif ou de troupeau 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.

Les analyses périodiques des échantillons du lait ont été effectuées au sein du Laboratoire du Service de Contrôle Laitier (CL) du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet, à l'aide d'un compteur cellulaire entièrement automatique de type Fossomatic 4000 (Brunet, 2005), mis au point par la Société Danoise Foss Electric, donnant les résultats du comptage cellulaire selon la méthode fluoro-opto-électronique qui constitue un moyen direct du comptage des cellules somatiques (Hanzen, 2009 a).

Les données des numérations cellulaires individuelles (NCI) ont été relevées à partir des fiches des résultats disponibles dans la base nationale des données du CL.

Les NCI ont été considérés pour les lactations ayant commencé entre Septembre 2009 et Avril 2010, de façon à aménager des lactations complètes permettant d'apprécier l'évolution des numérations cellulaires correspondantes.

Les numérations cellulaires de troupeau (NCT) ont été relevées à partir des fiches des résultats d'analyse des échantillons du lait collectif. Les numérations cellulaires de troupeau estimées (NCTE) ont été déterminées en calculant la moyenne des NCI pour chaque troupeau.

Les moyennes des numérations cellulaires ont été calculées en se basant sur la moyenne arithmétique (MA) et la moyenne géométrique (MG), dont les formules utilisées sont:

$$MA = \left(\sum_{i=1}^n NCS \right) / n \quad \text{et} \quad MG = \sqrt[n]{NCS_1 \times NCS_2 \times \dots \times NCS_n}$$

(Rupp et al., 2000)

Avec NCS: Numération cellulaire somatique dans le lait,
n: Nombre des échantillons de lait.

On a déterminé auparavant les quartiles (Q1, Q2 et Q3) et l'écart interquartile (Q3-Q1) des numérations cellulaires pour mieux apprécier leur répartition dans l'échantillon étudié.

L'analyse a également concerné la description de l'effet de quelques paramètres physiologiques (rang et stade de lactation, production laitière individuelle, taille des troupeaux, mois et saison, ...) sur les résultats cellulaires obtenus.

RESULTATS ET DISCUSSION

Présentation des numérations cellulaires

Considérations générales

Les données des NCI doivent être considérées comme une série des résultats disponibles au cours de la lactation des vaches pour estimer le niveau et la gravité des infections mammaires (Serieys, 1985). Sur un total de 697 échantillons

dépouillés du lait individuel, on a retenu seulement 185 lactations complètes durant la période d'étude.

Pour les numérations collectives, l'étude a concerné 40 troupeaux. Des problèmes dans la réalisation de l'échantillonnage, la conservation et l'analyse nous ont conduit à déduire que cette étude ne présente qu'une première approche de la description des valeurs des numérations cellulaires.

Distribution des vaches et des troupeaux en fonction des MA

En utilisant la méthode de la MA, on a repéré que le taux des vaches ayant des NCI < 500000 cell. / mL est de 61 %, les autres vaches (39 %) ont des MA supérieures à cette valeur. 45 % et 35 % sont respectivement les pourcentages de troupeaux ayant des NCT et NCTE < 500000 contre 55 % et 65 % ayant des MA > 500000 cell. / mL (Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition des vaches et des troupeaux selon leurs MA

Comptages Cellulaires (x1000 cell. / mL)	MA NCI		MA NCT		MA NCTE	
	Vaches	%	Troupeaux	%	Troupeaux	%
≤ 200	63	34	6	15	3	7
200-500	50	27	12	30	11	28
500-1000	28	15	10	25	10	25
> 1000	44	24	12	30	16	40
Total	185	100	40	100	40	100

Distribution des vaches et des troupeaux en fonction des MG

76 % des vaches considérées ont des MG < 500000 cell. / mL. 57 % et 45 % des troupeaux étudiés ont respectivement les MG des NCT et les MG des NCTE < 500000 cell. / mL (Tableau 2). La comparaison entre les Tableaux 1 et 2 montre que le nombre des vaches à numérations cellulaires relativement faibles (<500000 cell. / mL) a augmenté en passant de la MA à la MG. De même, le nombre des troupeaux ayant des NCT et des NCTE < 500000 cell. / mL est supérieur pour les deux numérations avec la MG qu'avec la MA. D'après Alexandre (2005), la MG permet de ne pas surestimer l'importance d'une numération cellulaire élevée, ce qui explique la diminution du nombre de vaches et de troupeaux présumés infectés. Ce résultat doit être considéré par prudence, étant donné l'absence actuelle des normes d'appréciation des numérations cellulaires relatives à des MG, applicables dans le contexte de l'élevage bovin laitier conduit en Tunisie.

Tableau 2 : Répartition des vaches et des troupeaux selon leurs MG

Numérations cellulaires (x1000 cell. / mL)	MGNCI		MGNCT		MGNCTE	
	Vaches	%	Troupeaux	%	Troupeaux	%
≤ 200	89	48	10	25	5	12
200-500	52	28	13	32	13	33
500-1000	26	14	11	28	12	30
> 1000	18	10	6	15	10	25
Total	185	100	40	100	40	100

Diagramme des quartiles des numérations cellulaires

Le diagramme des quartiles est utilisé pour mieux apprécier la distribution des numérations cellulaires dans l'échantillon considéré (Tableau 3). On a trouvé que Q1 des NCI, des NCT et des NCTE est égal respectivement à 64000, 156000 et 260000 cell. / mL. Ainsi, 25% des échantillons du lait individuel et du lait de mélange ayant des NCI < 64000, NCT < 156000 et des NCTE < 260000 cell. / mL.

A partir de la valeur médiane dans cette distribution (Q2), on a relevé que 50% des échantillons ont des NCI < 213 000, des NCT < 373000 et des NCTE < 546000 cell. / mL. Ces valeurs médianes sont proches des MG des numérations cellulaires qui sont égales à 233000 cell. / mL pour les échantillons individuels et à 385000 cell. / mL pour les échantillons collectifs. Ces valeurs sont énormément écartées des MA de ces numérations qui sont respectivement 640000 et 771000 cell. / mL. De tels résultats confirment l'utilité de l'utilisation de la MG dans la distribution des numérations cellulaires.

Dans le même contexte, Rupp et al. (2000) ont montré que la moyenne géométrique est plus sensible aux numérations cellulaires faibles, tandis que la moyenne des numérations brutes par lactation est particulièrement sensible aux valeurs élevées de ces numérations.

La valeur d'écart interquartile (Q3-Q1) est généralement élevée, ce qui explique l'hétérogénéité marquée des valeurs cellulaires utilisées. L'écart minimum est enregistré pour les NCI, tandis que l'écart maximum est enregistré pour les NCT (Tableau 3).

Tableau 3 : Diagramme des quartiles des Comptages Cellulaires (x1000 cell. / mL)

Variables	NCI	NCT	NCTE
Q1 (Premier quartile)	64	156	260
Q2 (Médiane)	213	373	546
Q3 (Troisième quartile)	624	987	1049
Q3-Q1 (Ecart interquartile)	560	831	789

Variation des numérations cellulaires

Évolution des numérations cellulaires individuelles

Variation des NCI en fonction des facteurs physiologiques

Auparavant, il convient de préciser que les vaches primipares présentent 31% de l'ensemble des vaches considérées. Le tableau 4 révèle que les MG NCI sont moins élevées que les MA NCI tant pour les primipares (145000 < 452000 cell. / mL) que pour les multipares (288000 < 745000 cell. / mL). Les MANCI et les MG NCI des primipares sont inférieures à celles des multipares. Ce résultat se conforme avec celui obtenu par M'Sadak et al. (2013) en milieu semi-aride similaire. En effet, les primipares sont généralement moins touchées par les mammites que les multipares (Roussel et al, 2001).

Tableau 4 : Évolution des valeurs des CCI (x1000 cell. / mL) selon le rang de lactation

	Min.	Max.	MA NCI	MG NCI
Primipares	2	15170	452±1283	145
Multipares	10	7874	745±1233	288

Le rang de lactation et le stade de lactation sont des facteurs d'évolution temporelle des NCI. En effet, la MA NCI est plus faible (568±1451 000 cell. / mL) dans les 100 premiers jours de lactation qu'à la fin de la lactation (>200 j), environ 705000±1055 000 cell. / mL. Cette étude concorde avec plusieurs travaux dévoilant la tendance d'augmentation des NCI avec le rang et le stade de lactation des vaches (Serieys, 1985 ; Coulon et al, 1996 ; Barnouin et al, 1999 ; Rupp et al, 2000 ; Hanzen, 2009 b).

Tableau 5 : Évolution des MA CCI (x1000 cell. / mL) selon le rang et le stade de lactation

	< 100 j	100-200 j	> 200 j
Primipares	423 ± 1504	464 ± 969	593 ± 885
Multipares	710 ± 1411	739 ± 991	772 ± 1099
Total	568 ± 1451	633 ± 991	705 ± 1055

Pour l'effet combiné des facteurs physiologiques (rang et stade de lactation ensemble) sur les MA NCI des vaches (Tableau 5), on remarque que les vaches primipares au début de lactation (<100 j) ont une MA NCI plus faible que celle des multipares. Aussi, les primipares à la fin de la lactation (>200 j) ont une MANCI plus faible que celle des multipares.

La figure 1 relate l'évolution temporelle, d'une part, des MA NCI, et d'autre part, des MG NCI au cours de la lactation des vaches, respectivement pour les primipares, les multipares et l'ensemble des vaches considérées.

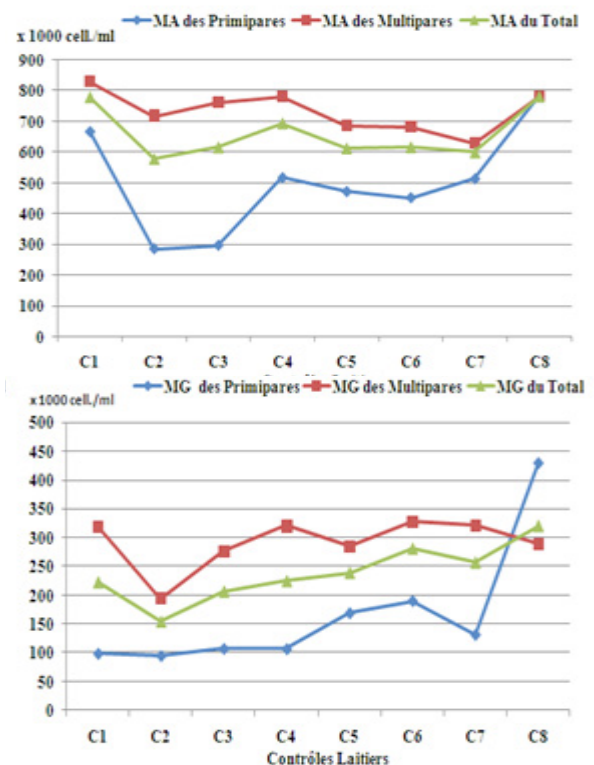


Figure 1: Évolution des CCI moyens au cours de la lactation des vaches

Les évolutions des MA NCI et MG NCI au cours de la lactation des vaches (répartie sur 8 contrôles laitiers de 1 à 8) ont confirmé la différence remarquée précédemment entre le début et la fin de la lactation et entre les primipares et les multipares. En effet, les NCI sont les plus faibles vers le 2^{ème} contrôle (C2), soit environ 70 jours et ils sont plus élevés vers le 8^{ème} contrôle (C8), soit 280 jours. De même, les MA NCI et les MG NCI sont selon les 8 contrôles plus élevées pour les multipares que les primipares.

L'évolution des MG NCI du total des vaches au cours de la lactation montre une relation plus appropriée des NCI avec le stade de lactation, ce qui confirme l'utilité d'utilisation des MG pour le calcul des CCI moyens des vaches pour un nombre donné des valeurs des NCI.

Variation des NCI et de la production laitière au cours de la lactation

La Figure 2 illustre l'évolution de la numération cellulaire (moyenne arithmétique) et de la production laitière au cours de la lactation chez les 317 vaches en lactation considérées. En moyenne, la numération cellulaire a évolué au cours de la lactation de façon inverse à la production laitière. On constate que les NCI sont importants immédiatement après le vêlage, ce qui pourrait être dû à la perte excessive de cellules somatiques dans un volume réduit de lait suite à la reprise de l'activité de la glande mammaire après une période de repos (Oaki et al., 1990 ; Mariani et al., 2004 ; Durocher et al., 2008). Les NCI diminuent jusqu'à atteindre leur minimum avec le pic de production laitière de la vache, environ au 2^{ème} contrôle laitier (C2), puis, ils régénèrent leur augmentation pour atteindre le maximum quelques jours avant le tarissement de la vache. Cette élévation serait simplement due à l'augmentation de la concentration cellulaire dans un faible volume de lait suite à la baisse physiologique de production (Millet et al., 1988 ; Elvinger et al. 1992).

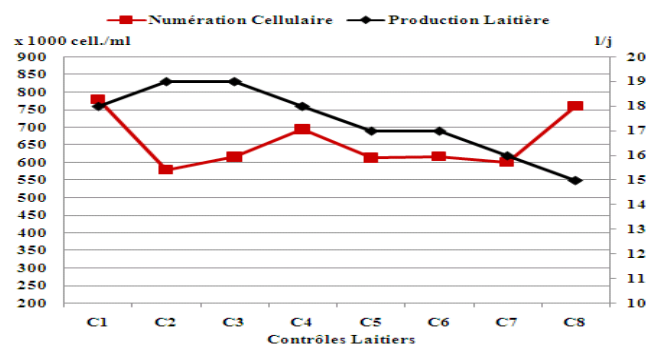


Figure 2 : Dépendance entre numération cellulaire et production laitière

Évolution des numérations cellulaires collectives

Variation des NCT et des NCTE selon la taille du troupeau

Les MA et les MG des NCT et des NCTE sont plus élevées chez les troupeaux ayant un effectif >10 vaches présentes (VP). Ces moyennes sont plus faibles chez les troupeaux ayant un effectif ≤ 5 VP (Tableau 6). La taille du troupeau a une incidence sur la maîtrise des conditions d'hygiène dans l'élevage. Avec un nombre élevé des vaches, la prévention contre les infections mammaires devient plus difficile (Roussel et al., 2011).

Variation des numérations cellulaires collectives selon la part des primipares

Un troupeau composé seulement de vaches multipares présente les MA et les MG des NCT et des NCTE les plus élevées. Ces moyennes sont plus faibles chez les troupeaux ayant plus que 50 % de vaches primipares (Tableau 7). L'influence de l'âge moyen des vaches dans un troupeau sur les moyennes des numérations cellulaires est nettement observée. Cette observation est confirmée par celle rapportée par Serieys (2004) qui a dévoilé que les élevages jeunes sont moins touchés par les mammites dans les conditions normales d'élevage.

Tableau 6 : Évolution des NCT et NCTE en fonction de la taille du troupeau

Vaches Présentes	Nombre Troupeaux	NCT (x1000 cell. / mL)		NCTE (x1000 cell. / mL)	
		MA NCT	MG NCT	MA NCTE	MG NCTE
≤ 5	7	432 ± 270	204	558±343	385
6 à 10	16	832 ± 562	455	862±557	503
> 10	17	892 ± 654	474	893±589	568

Tableau 7 : Évolution des NCT et des NCTE selon l'importance des primipares dans le troupeau

% Primipares	Nombre Troupeaux	NCT (x1000 cell. / mL)		NCTE (x1000 cell. / mL)	
		MA NCT	MG NCT	MA NCTE	MG NCTE
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

Tableau 8 : Variations mensuelle et saisonnière des NCT et des NCTE moyens

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
MA NCT	1011±1152	959±1087	482±383	466±416	899±1065	1021±1336	598±776	611±763
MA NCTE	1012±1365	741±673	952±1017	686±615	651±614	1075±1588	814±1043	919±860
MG NCT	540	489	322	311	420	503	321	267
MG NCTE	548	496	616	424	367	581	428	593
	Saison Automnale			Saison Hivernale			Saison Printanière	
MA NCT	817±238			796±238			604±7	
MA NCTE	902±116			804±192			867±52	
MG NCT	440			403			293	
MG NCTE	551			449			504	

Variations mensuelle et saisonnière des numérations cellulaires collectives

Le tableau 8 relate la distribution des MA et des MG des NCT et des NCTE. On a distingué des variations mensuelles et saisonnières de ces moyennes cellulaires. La saison automnale se caractérise par une humidité élevée avec une élévation de la température. Ce climat chaud et humide favorise la transmission des germes et peut être responsable des mammites d'environnement (Gandon, 2010). De ce fait, les moyennes cellulaires sont plus élevées pendant la saison automnale, alors qu'elles sont plus faibles lors de la saison printanière. 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 (Bodoh et al., 1975 ; Wiggans et al., 1987 ; Schukken et al., 1990 ; Coulon et al., 1996). Cependant, 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

Sur la base de cette étude entreprise dans la région de Monastir (Tunisie littorale semi-aride), on a pu dégager un certain nombre de résultats relatifs à la situation sanitaire mammaire et à la méthodologie d'étude à mettre en œuvre ultérieurement. L'analyse descriptive des numérations cellulaires du lait chez un échantillon de 40 élevages bovins laitiers hors sol, a révélé essentiellement que les moyennes cellulaires obtenues sont 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 exploitée dans la normalisation future à mettre en œuvre, quant au paiement du lait à la qualité. Notons également l'intérêt de la détermination du diagramme des quartiles pour mieux apprécier la distribution de diverses valeurs cellulaires (NCI, NCT et NCTE) au sein de l'échantillon étudié.

La situation cellulaire laitière relevée est relativement préoccupante et mérite une intervention efficace pour améliorer la qualité cellulaire du lait et l'état sanitaire des mamelles.

La réforme peut être l'une des solutions qui aident à diminuer le taux d'infection dans un troupeau par

l'élimination des vieilles vaches devenues fragiles et plus sensibles aux maladies de façon générale. Quelques préventions supplémentaires sont à prendre au niveau de l'hygiène lorsque la taille du troupeau dépasse les 5 vaches présentes. Ces préventions peuvent diminuer les infections des mamelles, entre autres, les élévations cellulaires du lait de mélange notamment durant la saison automnale, vu l'excès d'humidité dans l'aire de couchage des vaches qui, généralement, n'est pas abritée.

A côté de la mise en œuvre d'un programme national de lutte contre les mammites (identification et maîtrise des facteurs de risque en rapport avec les conditions d'élevage et de traite), il est fortement nécessaire d'établir une norme applicable pour le paiement du lait à la qualité, tout en pénalisant le lait de mélange, livré au niveau des centrales laitières, dépassant le seuil limite. Cette norme pourrait servir à inciter les éleveurs à fournir des efforts pour améliorer la qualité cellulaire du lait et l'état sanitaire des mamelles, et par conséquent, pour promouvoir davantage l'élevage bovin laitier.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient particulièrement la Direction Régionale de l'Office d'Élevage et des Pâturages (OEP) de Monastir, Tunisie pour l'aide apportée lors de la réalisation de ce travail entrepris dans le cadre d'une Action de Recherche-Développement IRESA-GIVLAIT.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Alexandre A. (2005). Utilisation des comptages cellulaires dans la comparaison de deux préparations hors sol. Thèse Ecole Nationale Vétérinaire Lyon, France, 88 p. www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2005lyon130...
- 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.* 1983, 14 : 247-252.
- 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.*, 1999, 12 (1) : 39-48. https://www6.inra.fr/productions.../Prod_Anim_1999_12_1_04.pdf

- Beck H.S., Wise W.S., Dodd F.H. (1992). Cost-benefit analysis of bovine mastitis in the UK. *J. Dairy Res.*, 1992, 59: 449-457.
- Bodoh G.W., Battista W.J., Schultz L.H., Johnston R.P. (1975). Variation in somatic cell count in dairy herd improvement milk samples. *J. Dairy Sci.*, 1975, 59: 1119-1123.
- Bouaziz O. (2005). Contribution à l'étude des infections intramammaires de la vache laitière dans l'Est de l'Algérie, Thèse Doctorat d'Etat. Université Mentouri de Constantine, Faculté des Sciences, Département des Sciences Vétérinaires, 235 p.
- Brunet J. (2005). Modalités du paiement du lait a la qualité, Lilco, 11 p.
- Coulon J.B., Dauver F., Garel J P. (1996). Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez les vaches indemnes de mammites cliniques. *INRA. Prod. Anim.* 9 : 133-139.
- www6.inra.fr/productions-animales/.../Prod_Anim_1996_9_2_05.pd...
- Durocher J., Roy R. (2008). S'attaquer à l'intervalle de vêlage. *Le producteur de lait québécois*, 2008 : 20-22.
- Elvinger F., Natzke R.P. (1992). Elements of mastitis control. Large dairy herd management. *Am. Dairy Sci. Assoc.*, 1992 : 440-447.
- 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 Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 85 p.
- theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1245
- Hanzen Ch. (2009 a). La pathologie infectieuse de la glande mammaire- Etiopathogénie et traitements, Approche individuelle et de troupeau. Université de Liège, R22, 63p.
- www.therioruminant.ulg.ac.be/.../200910/R22_Mammites_etiopatho...
- Hanzen Ch. (2009 b). Propédeutique de la glande mammaire : Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau. Université de Liège, Belgique, R21, 28 p.
- www.therioruminant.ulg.ac.be/.../200910/R21_Propedmammaire_sy...
- M'Sadak Y., Mighri L., Kraiem K. (2013). Étude des facteurs de variation des niveaux de comptage cellulaire individuel du lait chez des petits troupeaux bovins hors sol en Tunisie. *Revue Nature et Technologie*, 2013, 8 (B) : 48-52.
- www.univ-chlef.dz/revuenatec/Issue08_B.html
- Mariani S. (2004). Effets des infections bactériennes de la mamelle en début de lactation sur les comptages cellulaires somatiques et sur la production laitière en fonction du rang de lactation. Thèse Vétérinaire, Université Claude Bernard-Lyon I, 91 p.
- www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2004lyon012...
- Millet V. (1988). Mammites : Attention danger ! *Revue Fr. Génét. Reprod.*, 1988, 50 : 42-44.
- Oaki I. (1990). Diurnal variation in count and composition of somatic cell in milk and characteristics related infection mastitis. *Int. Symp. Bovine Mastitis, National Mastitis Council*, Indianapolis, IN, USA, 13-16 September 1990 : 412-418.
- 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'Elevage*. 1p.
- Roussel Ph., Seegers H., Sériey's F. (2011). UMT Maîtrise de la santé des troupeaux bovins, Guide d'intervention pour la maîtrise des mammites dans les troupeaux laitiers. 134 p.
- 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.*, 2000, 13 (4) : 257-267.
- https://www6.inra.fr/productions-animales/.../Prod_Anim_2000_13_...
- Schukken Y.H., Buurman J., Brand A., Van Der Geer D., Grommers F.J. (1990). Population dynamics of bulk milk somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 73 : 1343-1350.
- Seegers H., Menard J.-L., Fourichon C. (1997). Mammites en élevage bovin laitier : Importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention. *Renc. Rech. Rum.* 1997, 4 : 233-242.
- Sériey's 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.*, 1985, 16 (3) : 255-261.
- Serieys F. (2004). Rapport d'expertise : Epidémiologie. Conférence de consensus sur le traitement des mammites bovines, Prague, 2004, 27 p.
- Wiggans G.R., Shook G.E. (1987). A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 1987, 70 : 2666-2672.