

Étude de la situation sanitaire mammaire et estimation des pertes quantitatives en lait en élevage bovin hors sol dans le sahel tunisien

Y. M'SADAK*, R. HAJ MBAREK, L. MIGHRI

Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem- CP 4042, Université de Sousse, Tunisie

* Corresponding author: msadak.youssef@yahoo.fr

Abstract - The present study was conducted on a sample of 113 dairy farms conducted in above ground on three areas of the semi-arid coastal Tunisia: Sousse, Monastir and Mahdia. The objective of this work is to analyze the Individuals Cellular Counts (ICC) milk of 707 considered lactated cows and to estimate, from the high ICC and appealing to the calculation of Linear Scores (LS), the milk losses caused.

Analysis of cellular data revealed that the majority of examined herds has high ICC sign of subclinical and / or clinical mastitis.

For ICC between 200000 and 500000 cell. /mL dairy losses are 346, 274 and 309 kg milk/lactation respectively for medium production / lactation 5775 kg in Sousse, 4576 kg in Monastir and 5150 kg in Mahdia. Besides that, only 23, 34 and 31% respectively of the cows in Sousse, Monastir and Mahdia escaped of milk losses (ICC < 200000 cell. /mL).

Similarly, estimated losses from LS are too large and do not reflect the Tunisian situation. Indeed, the estimated losses are much higher than the daily average producing cows (75 L/day/cow for LS = 9 in the Region of Sousse). Therefore, further research of the adaptation of LS European formulas to the Tunisian context is highly recommended.

Keywords: Milk losses / Cell Counts / Linear Scores / Dairy cows / Tunisia semi-arid.

Résumé - La présente étude a été réalisée sur un échantillon de 113 élevages bovins laitiers menés en hors sol et répartis sur trois régions du littoral semi-aride de la Tunisie : Sousse, Monastir et Mahdia. L'objectif de ce travail est d'analyser les Comptages Cellulaires Individuels (CCI) du lait de 707 vaches en lactation considérées et d'estimer, à partir des CCI élevés et en faisant appel au calcul des Scores Linéaires (SL), les pertes laitières engendrées.

L'analyse des données cellulaires a révélé que la majorité des troupeaux examinés présente des CCI élevés, signe de mammites subclinique et/ou clinique.

Pour des CCI compris entre 200000 et 500000 cell. /mL les pertes laitières sont respectivement de 346, 274 et 309 kg lait/lactation pour une production moyenne/lactation de 5775 kg de lait à Sousse, 4576 kg de lait à Monastir et 5150 kg de lait à Mahdia. Par ailleurs, seulement 23, 34 et 31% des vaches respectivement à Sousse, Monastir et Mahdia se sont échappées des pertes en lait (CCI < 200000 cell. /mL).

De même, les pertes laitières estimées à partir des SL, sont trop importantes et ne reflètent pas la situation Tunisienne. En effet, les pertes estimées sont largement supérieures à la production journalière moyenne des vaches (75 L/j/vache pour un SL=9, Région de Sousse). De ce fait, la recherche ultérieure de l'adaptation des formules européennes du SL au Contexte Tunisien est fortement recommandée.

Mots clés: Pertes laitières / Comptages Cellulaires Individuels / Scores Linéaires / Vaches laitières / Tunisie semi-aride.



1. Introduction

Le comptage cellulaire somatique du lait de vache constitue un indicateur précieux de l'état sanitaire mammaire (Raguet 1996b ; Boutet et al. 2005; Allain 2011). Cette méthode de dépistage est utilisée pour l'évaluation de la qualité cellulaire du lait individuel. Elle est reconnue par tous les partenaires de la filière lait et inscrite dans les dispositifs réglementaires nationaux et internationaux (Noireterre 2006 ; Durocher et al. 2009 ; Baillargeon 2011). Les cellules somatiques du lait sont en effet particulièrement constituées de globules blancs provenant de la circulation sanguine. Le nombre de ces cellules augmente considérablement en cas d'infection de la mamelle (Raguet 1996a). Le suivi cellulaire mensuel permet d'avoir une idée correcte sur la dynamique des infections mammaires au sein de l'élevage laitier (Remy 2010). L'inflammation de la glande mammaire ou mammite (spécialement mammite subclinique) est une pathologie de première importance chez la vache laitière (Boutet et al. 2005). Le taux de cellules somatiques des quartiers infectés est, plus ou moins, fortement accru en fonction du type de germe, de l'animal et de l'intensité de l'infection. Une corrélation négative entre la production laitière et le comptage cellulaire somatique a été démontrée (Fetrowet al. 1988 ; Coulon & Lescourret 1997 ; Mtaallah et al. 2002 ; M'Sadak et al. 2013 ; Haj Mbarek & M'Sadak 2014). Compte tenu de l'importance des mammites dans les troupeaux bovins laitiers et de leurs conséquences sur les performances de production des animaux, la qualité du lait et le revenu de l'éleveur (Barnouin et al. 1983 ; Beck et al. 1992 ; Coulon et al. 1996 ; Seegers et al. 2003 ; Amara 2011), il est important de bien définir la relation existante entre les Comptages Cellulaires Individuels (CCI) et les pertes quantitatives en lait (Fabre et al. 1990 ; Mtaallah et al. 2002). Dans cette optique, le présent travail se propose de diagnostiquer la santé mammaire des vaches conduites en milieu littoral semi-aride et d'estimer les pertes de production laitière en se basant, en premier temps, directement sur les CCI, et en deuxième temps, sur un modèle statistique individuel simple faisant appel à la détermination des Scores Linéaires (SL) par une transformation logarithmique des CCI.

2. Matériel et méthodes

Pour réaliser ce travail, on a choisi un certain nombre d'élevages bovins laitiers de petite et moyenne taille appartenant à trois régions du Sahel Tunisien, à savoir : Sousse, Monastir et Mahdia. Le choix des élevages a été dicté par leur adhésion au contrôle laitier. L'échantillon de la région de Sousse est constitué de 297 Vaches en Lactation (VL) réparties sur 50 élevages. L'échantillon de Monastir s'est limité à 185 VL dépendant de 40 élevages considérés. L'échantillon de la région de Mahdia a comporté 225 VL appartenant à 30 élevages. Au Total, 707 vaches et 113 élevages ont été étudiés. Chaque échantillon a fait l'objet d'une étude séparée dans sa région. L'existence, d'une part, de plusieurs facteurs et paramètres communs, et d'une part, d'un même objectif pour les trois investigations menées, est la raison d'être de cette analyse descriptive synthétique. En effet, les trois régions d'étude appartiennent à l'étage bioclimatique semi-aride, à climat généralement tempéré, influencé par l'absence de relief et par l'exposition maritime. Elles se caractérisent par un hiver froid et peu pluvieux et un été chaud et sec. Les précipitations annuelles varient entre 280 et 400 mm, avec 321 mm comme moyenne calculée sur les 10 dernières années. Toutes les VL considérées sont de même race (Frisonne Holstein). La traite mécanique biquotidienne est adoptée chez la quasi-totalité des troupeaux (108 parmi les 113 suivis). Les troupeaux sont entretenus, dans la majorité des cas, en zéro pâturage avec une alimentation à base, principalement, de foin d'avoine et du concentré N°7, d'où, l'appellation hors sol du système d'élevage. L'adoption de ce système a été imposée suite aux ressources hydriques insuffisantes quantitativement (conditions semi-arides) et qualitativement (eaux, notamment, saumâtres ou salées) pour produire suffisamment des fourrages de qualité. Les CCI ont été collectés à partir de la base des données, des Directions Régionales de l'Office d'Élevage et des Pâturages (OEP), relatives au contrôle laitier. Signalons que le travail accompli à ce niveau n'a pas été limité au dépouillement des données cellulaires. En effet, pour mieux cerner le contrôle laitier (échantillonnage, ...), certains déplacements ont eu lieu au moment de cette opération nationale, à titre d'initiation technique (observations, manipulations, ...). Les échantillons individuels de lait ont été prélevés directement après la traite du matin ou de l'après-midi en alternance, tout en subissant une homogénéisation du lait et un refroidissement à 4°C. Un gobelet en acier inoxydable alimentaire muni d'une longue tige a été utilisé pour cette opération. Ainsi, chaque fois, 20 ml de lait sont prélevés, versés dans un petit flacon contenant du bichromate de potassium (Comme conservateur), placé dans une glacière et acheminé vers le laboratoire du service de contrôle laitier du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet, Tunisie. Les analyses des échantillons du lait individuel, ont été exécutées à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic 4000. D'après les fiches des résultats du contrôle laitier, on peut relever, entre autres, les CCI, les moyennes de la production des vaches : Productions par vache présente (VP) et par vache en lactation (VL), ainsi que la moyenne de production par troupeau. Pour chaque vache suivie, on

a considéré une lactation complète réunissant 8 contrôles. Un diagnostic sanitaire mammaire des vaches a été accompli en faisant appel aux règles d'appréciation relatées par Fabre et al. (1996) et Noireterre (2006) pour le dépistage des mammites, suivi d'une analyse descriptive des CCI (paramètres statistiques élémentaires et diagramme des quartiles). Concernant l'estimation des pertes quantitative en lait, les CCI élevés ont permis d'estimer les pertes en lait en appliquant les données annoncées par Hanzen (2015) à partir des travaux de Radostits et Blood. Depuis 1982, le National Dairy Herd Improvement Program Policy Board (NDHIPB) aux United States American (USA) a adopté une méthode linéaire de calcul des pertes imputables aux mammites en fonction des résultats de CCI (Hanzen & Pluvillage 2008 ; Hanzen 2009b, Hanzen 2015). Ce calcul fait partie intégrante du Système Européen "Bilan Cellules" développé pour faciliter l'interprétation des CCI au niveau du troupeau et sensibiliser indirectement les éleveurs et les vétérinaires au problème des infections mammaires.

Le modèle statistique adopté pour le calcul du Score Linéaire (SL) est :

$$SL = 3,322 \times \ln (CCI/12,5) \text{ (Hanzen \& Pluvillage 2008 ; Hanzen 2009b ; Hanzen 2015)}$$

Un système de conversion du CCI en SL a été défini en ayant recours à une échelle logarithmique (Hanzen & Pluvillage 2008 ; Hanzen 2009b ; Hanzen 2015). A cet égard, on peut dire que le SL correspond à une transformation mathématique du comptage cellulaire du lait de la vache et représente une échelle linéaire s'étalant de 0 à 9 et sur laquelle chaque pas d'une unité indique un doublement du taux cellulaire (Hanzen 2009b ; Hanzen 2015).

3. Résultats et discussion

3. 1. Diagnostic sanitaire mammaire et analyse descriptive des CCI

L'analyse des CCI constitue une étape essentielle de l'interprétation épidémiologique d'un problème d'infections mammaires dans un troupeau (Hanzen & Pluvillage 2008 ; Persson & Olofsson 2011 ; Fauteux et al. 2014). Les CCI représentent bien souvent la seule information objective d'une situation sanitaire mammaire (Schukken et al. 1990 ; Santos et al. 2004 ; Dufour & Dohoo 2012 ; Hand et al. 2012 ; Dufour & Dohoo 2013). Le tableau 1 révèle la répartition des CCI selon les normes rapportées par Fabre et al. (1996). La région de Mahdia enregistre le plus grand nombre de mamelles saines (62%), suivie par la région de Monastir dont 57% des mamelles se sont avérées saines, alors que la région de Sousse a enregistré le pourcentage le plus faible parmi les trois régions concernant les mamelles saines (55%).

Tableau 1. Distribution des CCI selon les normes annoncées par Fabre et al. (1996)

CCI (x1000 cell. /mL)	Interprétation	CCI Sousse		CCI Monastir		CCI Mahdia	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
< 300	Mamelle saine	1031	55	397	57	476	62
300 à 800	Mamelle douteuse	377	20	153	22	158	20
> 800	Mamelle infectée	473	25	147	21	136	18
TOTAL		1881	100	697	100	770	100

Le tableau 2 présente les CCI selon une autre distribution annoncée par Noireterre (2006). En appliquant les règles correspondantes d'appréciation, on remarque que le pourcentage des vaches qui produisent un lait normal (vaches saines) diminue pour les trois régions, en gardant le même ordre que précédemment. Cependant, le taux de mammite subclinique (douteuse) augmente remarquablement en passant respectivement de 20, 22, 20% (Tableau 1) à 33, 35, 35% (Tableau 2) pour les régions considérées. Le tableau 3 relate les moyennes CCI des vaches dans les trois régions étudiées. Les valeurs les plus faibles de ces moyennes ont été enregistrées chez les vaches de la région de Mahdia, alors que les plus élevées ont été relevées chez les vaches de la région de Sousse.

Tableau 2. Répartition des CCI selon les normes rapportées par Noireterre (2006)

CCI (x1000 cell. /mL)	Interprétation	CCI Sousse		CCI Monastir		CCI Mahdia	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
≤ 200	Lait normal	879	47	338	48	401	52
200 à 500	Mammite subclinique, Traite irritante	355	19	148	21	172	22
500 à 1000	Mammite subclinique, mammite latente	260	14	96	14	99	13
1000 à 5000	Doute de mammite clinique	306	16	99	15	94	12
> 5000	Mammite bien établie	81	4	16	2	4	1
TOTAL		1881	100	697	100	770	100

Tableau 3. Distribution des CCI (x1000 cell. /mL) des contrôles considérés

Contrôle	Moyenne			Écart-Type			Minimum			Maximum		
	S.*	Mo.*	Ma.*	S.	Mo.	Ma.	S.	Mo.	Ma.	S.	Mo.	Ma.
C1	779	697	476	1561	1193	867	9	7	7	11397	6896	5180
C2	711	579	378	1787	1251	762	6	3	7	16538	7645	7028
C3	867	616	436	2200	1228	687	3	13	10	20646	7874	3744
C4	743	694	465	1471	1118	804	13	2	10	11871	5373	7141
C5	1128	613	484	2696	1095	453	13	30	56	18151	5617	2748
C6	1258	617	560	3069	788	1282	6	28	14	25071	3587	9686
C7	1135	600	596	2358	790	664	9	15	19	16770	3395	2836
C8	1076	780	632	2602	1125	982	12	15	44	21491	5294	3923

* S : Sousse ; Mo : Monastir ; Ma : Mahdia

Remarquons que l'hétérogénéité des résultats est marquée pour les trois régions (Valeurs extrêmes très espacées, Écart-type élevé, dépassant amplement la moyenne, d'où un coefficient de variation supérieur à 100%). La moyenne générale CCI de l'ensemble des contrôles (de C1 à C8) dépasse le taux de 500000 cell. /mL pour chacune des régions (962000 cell./mL à Sousse, 650000 cell. /mL à Monastir et 504000 cell. /mL à Mahdia) indiquant, ainsi, que les infections mammaires sont assez répandues dans les élevages suivis (Tableau 3). Le diagramme des quartiles de la distribution des CCI (Tableau 4) montre que 75% des échantillons (Q3) ont des CCI < 809000 cell. /mL, 624000 cell. /mL et 510000 cell./mL respectivement à Sousse, Monastir et Mahdia. 25% des échantillons (Q1) ont des CCI < 66000 cell. /mL, 64000 cell. /mL et 80000 cell. /mL respectivement à Sousse, Monastir et Mahdia (Tableau 4). Les valeurs observées de l'écart-type ainsi que les valeurs de l'écart interquartile (Q3-Q1) sont élevées (Tableaux 3 et 4), ce qui confirme, en grande partie, l'hétérogénéité marquée des CCI des échantillons considérés. La médiane (Q2) de cette distribution est de 234000 cell./mL à Sousse, 213000 cell. /mL à Monastir et 190000 cell. /mL à Mahdia, dont 50% des échantillons ont des CCI inférieurs à ces valeurs médianes. Cette médiane est largement inférieure à la moyenne générale de chaque région, ce qui réaffirme davantage le problème d'hétérogénéité des CCI dans le contexte d'étude.

Tableau 4. Répartition des quartiles des CCI (x1000 cell. /mL)

Variables	Sousse	Monastir	Mahdia
Q1	66	64	80
Q2 (Médiane)	234	213	190
Q3	809	624	510
Q3-Q1 (Ecart interquartile)	743	560	430

3. 2. Estimation des pertes quantitatives en lait

3. 2.1. Pertes conséquentes à des CCI élevés

Le tableau 5 présente les pertes laitières estimées par des relations basées sur les CCI élevés, citées par Hanzen (2015). Les pertes en lait durant la lactation considérée sont élevées pour les trois régions d'étude. Pour des CCI compris entre 200000 et 500000 cell./mL, les pertes laitières sont de 346, 274 et 309 kg lait/lactation respectivement pour une production moyenne/lactation de 5775 kg de lait à Sousse, 4576 kg de lait à Monastir et 5150 kg de lait à Mahdia. Cependant, seulement 23, 34 et 31% des vaches respectivement à Sousse, Monastir et Mahdia n'ont pas été touchées par des pertes pour la lactation considérée (CCI < 200000 cell. /mL).

Tableau 5. Estimation des pertes laitières relatives aux CCI

CCI (x1000 cell. /mL)	(% Perte / Lactation)	Pertes en kg lait / lactation					
		Sousse (5775 kg lait/ lactation)		Monastir (4576 kg lait/ lactation)		Mahdia (5150 kg lait/ lactation)	
		% Vaches	kg Lait	% Vaches	kg Lait	% Vaches	kg Lait
≤ 200	-	23	-	34	-	31	-
200-500	6	24	346	27	274	28	309
500-1000	10	21	577	15	457	26	515
1000-2000	16	20	924	18	732	11	824
> 2000	25	12	1444	6	1144	4	1287

3. 2.2. Estimation à partir des Scores Linéaires

Le score linéaire (SL) individuel correspond à une transformation logarithmique du CCI (Bousselmi et al. 2011 ; Bouraoui et al. 2013). En pratique, le SL est utilisé de façon à obtenir une normalité de la distribution des comptages cellulaires (Rupp et al. 2000 ; Hanzen 2015) pour ne pas surestimer l'importance d'un CCI élevé ou négliger un CCI faible. Plusieurs études ont été menées dans le but d'estimer les quantités de lait perdues induites par les mammites (Coulon & Lescourret 1997 ; Seegers et al. 1997 ; Bradley 2002 ; Mtaallah et al. 2002), d'où la variation de la définition de ce score. Il convient de rappeler que l'on a retenu dans le cas étudié la formule annoncée par Hanzen (2015). Le tableau 4 présente les pertes laitières estimées à partir des SL. D'après le tableau 6, les échantillons des trois régions à $SL < 3$ ne présentent pas de pertes laitières. Pour la région de Sousse, les échantillons des primipares se concentrent autour des scores 3, 4, 5 et 6 (15% des vaches) signe de mammite subclinique ou clinique probable, alors que les échantillons des multipares se concentrent aux alentours des scores 6, 7, 8 et 9 (25% des vaches) présentant ainsi une probabilité réelle d'une mammite clinique. 8% des échantillons de cette région ne sont pas concernés des pertes laitières. Or, 92% des échantillons ayant le score ≥ 3 correspondent à une perte qui commence à 6 L/j/vache et peut atteindre 50 L/j/vache pour une primipare, alors que pour une multipare, cette perte estimée commence à 14 L/j/vache ($SL = 3$) et peut atteindre 75 L/j/vache pour un $SL = 9$ (Tableau 6). Les pertes laitières estimées à partir des SL dans la région de Sousse, sont trop amplifiées et ne reflètent pas la situation réelle. En effet, ces pertes sont largement supérieures à la production journalière moyenne des vaches. La recherche ultérieure de l'adaptation des formules européennes du SL au Contexte Tunisien est fortement préconisée. Les échantillons de lait de la région de Monastir ayant un $SL < 3$ représentent 10% de l'ensemble des échantillons de la région. Ils n'engendrent pas des pertes et correspondent à des vaches saines. Le reste, dont le $SL \geq 3$, suppose une probabilité que la vache soit atteinte par une mammite subclinique ou clinique (Tableau 6). Les pertes estimées dans cette région varient de 0,76 à 5,25 L/j/vache pour les primipares et de 1,50 à 10,60 L/j/vache pour les multipares. Pour la région de Mahdia, les pertes estimées varient de 0,74 à 5,24 L/j/vache pour les primipares et de 1,48 à 10,49 L/j/vache pour les multipares. Les pertes totales en lait chez les primipares (282 VL) sont estimées à 891 L/j, ces pertes sont nettement inférieures à celles estimées pour les multipares (501 VL) 3771 L/j. Cette élévation pourrait être interprétée par le fait que la perte moyenne journalière estimée à partir des SL est réduite de moitié en première lactation et que le nombre des échantillons du lait des primipares est inférieur au nombre des échantillons du lait des multipares (Tableau 6).

Tableau 6. Estimation des pertes laitières en fonction des SL attribués aux CCI

SL	Intervalle CCI	Pertes (L/j/vache)											
		Sousse				Monastir				Mahdia			
		Prim.*		Multi.**		Prim.		Multi.		Prim.		Multi.	
Nb	Perte	Nb	Perte	Nb	Perte	Nb	Perte	Nb	Perte	Nb	Perte		
0	0 - 18	0	0	0	0	10	0	11	0	3	0	7	0
1	19 - 35	1	0	5	0	7	0	8	0	15	0	10	0
2	36 - 71	7	0	12	0	19	0	15	0	15	0	19	0
3	72 - 141	9	6	16	14	21	0,76	24	1,5	27	0,74	31	1,48
4	142 - 283	11	13	29	24	22	1,5	17	3	32	1,55	36	3
5	284 - 565	11	18	46	36	17	2,23	28	4,5	16	2,25	36	4,5
6	566 - 1130	15	24	51	49	15	3,2	25	6	29	3	39	6
7	1131 - 2262	6	32	50	76	14	3,71	39	7,48	27	3,74	41	7,48
8	2263 - 4523	2	31	21	76	14	4,5	26	9	21	4,28	31	9
9	≥ 4523	1	50	4	75	75	5,25	286	10,6	97	5,24	251	10,49

* Prim. : Primipares

** Multi. : Multipares

4. Conclusion

Cette étude a permis d'analyser les Comptages Cellulaires Individuels (CCI) du lait d'un échantillon de vaches appartenant à trois régions du Sahel Tunisien et de déterminer les pertes en lait conséquentes à des CCI élevés et estimées à partir des Scores Linéaires (SL). La moyenne des CCI calculée est de 962000 cell. /mL, 650000 cell. /mL et 504000 cell. /mL respectivement à Sousse, Monastir et Mahdia. En réalité, il s'agit d'un lait de qualité cellulaire loin du seuil européen exigé. A cet égard, l'élaboration d'un seuil pour le paiement du lait à la qualité applicable dans les Conditions Tunisiennes devrait considérer une telle situation. L'adoption

du modèle statistique individuel élaboré dans le Contexte Européen pour déduire les pertes quantitatives de lait n'a pas montré d'efficacité dans la région de Sousse (CCI très hétérogènes et à valeurs extrêmes très éloignées), bien qu'il s'est révélé relativement crédible pour les régions de Monastir et Mahdia (CCI modérés). De ce fait, la recherche ultérieure des formules de SL plus appropriées au Contexte Tunisien est fortement recommandée. Finalement, des suivis périodiques des conditions d'élevage et de traite simultanément avec les prélèvements laitiers correspondants seraient nécessaires pour l'étude des corrélations éventuelles entre paramètres d'élevage et de traite et évolution des CCI. Par ailleurs, il conviendrait de mettre en place un plan de maîtrise des mammites bovines à l'échelle nationale, particulièrement pour les petits et moyens troupeaux, ayant pour objectif de diminuer la concentration en cellules somatiques du lait.

5. Références

- Allain M (2011)** Étude descriptive de l'identification des bactéries du lait dans un élevage à l'aide de la bactériologie, des comptages cellulaires de tank (CCT) et des comptages cellulaires individuels (CCI). Thèse de Doctorat, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France, 116 p.
- Amara A (2011)** Étude de la pratique des réformes des vaches laitières dans une grande exploitation du nord-ouest de la Tunisie : fréquence et paramètres descriptifs. Thèse de Doctorat, École Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, Tunisie.
- Baillargeon P (2011)** De 500000 CS à 400000 CS : Le comptage à rebours. Le Producteur du Lait Québécois, Qualité du lait, Juin 2011, 16-18.
- Barnouin J, Fayet JC, Brochart M, Bouvier A, Paccard P (1983)** Enquête Éco-Pathologique Continue: 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. Ann. Rech. Vet., 14, 247-252.
- Beck HS, Wise WS, Dodd FH (1992)** Cost benefit analysis of bovine mastitis in the UK. J. Dairy Res., 59 (4), 449-460.
- Bouraoui R, Jemmali B, Riahi I, Ben Salem M, Chebbi I et Rekik B (2013)** Le score des cellules somatiques du lait affecte les performances de reproduction chez la vache Holstein en Tunisie. Livestock Research for Rural Development. Volume 25, Article 201. <http://www.lrrd.org/lrrd25/11/bour25201.htm>
- Bousselmi K, Djemali M, Bedhief S, Hamrouni A, Bedhief A (2011)** Facteurs de variation des Scores des Cellules Somatiques du lait de vache de race Holstein en Tunisie. Actes Renc. Rech. Ruminants, 18, p. 203.
- Boutet P, Detilleux J, Motkin M, Deliege M, Piraux E, Depinois A, Debliqy P, Mainil J, Czaplicki G, Lekeux P (2005)** Comparaison du taux cellulaire et de la sensibilité antimicrobienne des germes responsables de mammité subclinique bovine entre les filières conventionnelle et biologique. Ann. Méd. Vét., 149, 173-182. www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2005_149_3_05.pdf
- Bradley AJ (2002)** Bovine mastitis: an evolving disease. The Veterinary Journal, 164 (2), 116-128.
- Coulon JB, Dauver F, Garel JP (1996)** Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques, INRA Laboratoire Adaptation des Herbivores aux Milieux. Revue INRA Prod. Anim., 9 (2), 133-139.
- Coulon JB, Lescourret F (1997)** Effet des mammites cliniques sur la production chez la vache laitière, 4^{ème} journée, 265-268.
- Dufour S, Dohoo IR (2012)** Monitoring dry period intramammary infection incidence and elimination rates using somatic cell count measurements. J. Dairy Sci. 95, 7173-7185.
- Dufour S, Dohoo IR (2013)** Monitoring herd incidence of intramammary infection in lactating cows using repeated longitudinal somatic cell count measurements. J. Dairy Sci. 96, 1568-1580.
- Durocher J, Perreault JY (2009)** Le comptage des cellules somatiques : Un outil indispensable pour gérer la santé du pis. Le Producteur de Lait Québécois, 28-30.
- Fabre JM, 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.
- Fabre JM, Rousse P, Concordet D, Berthelot X (1990)** Relation entre comptages cellulaires individuels et production en élevage bovin laitier dans le Sud-Ouest de la France ; analyse critique des méthodes statistiques utilisées. Revue Méd. Vét., 1990, 141, 5, 361-368. http://www.revmedvet.com/1990/RMV141_361_368.pdf
- Fauteux V, Roy JP, Scholl DT, Bouchard E (2014)** Benchmarks for evaluation and comparison of udder health status using monthly individual somatic cell count. Can. Vet. J. 55, 741-748.
- Fetrow J, Anderson K, Sexton S (1988)** Herd composite somatic cell counts: average linear score and weighted average somatic cell count score and milk production. J. Dairy Sci., 71, 257-260.
- Haj Mbarek R, M'Sadak Y (2014)** Facteurs de variation cellulaire du lait de vache chez des petits et moyens troupeaux hors sol menés en milieu semi-aride (Tunisie Littorale). Algerian Journal of Arid Environment, vol.4, n° 1, Juin 2014, 26-38. [dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/5487/1/E040104.pdf](http://space.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/5487/1/E040104.pdf)
- Hand KJ, Godkinet A, Kelton DF (2012)** Milk production and somatic cell count. J. Dairy Sci. 95, 1358-1362.
- Hanzen Ch (2009a)** Propédeutique de la glande mammaire: Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau, Université de Liège, Belgique, R21, 28 p. http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R21_Propedmammaire_sympt_diagnostic_2010.pdf
- Hanzen Ch (2009b)** La pathologie infectieuse de la glande mammaire : Étiopathogénie et traitements : Approche individuelle et de troupeau, Université de Liège, Belgique, R22, 57 p.

- http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R22_mammites_etiopathogenie_traitement_2010.pdf
- Hanzen Ch (2015)** *Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire : Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites.* Université de Liège, Belgique, 170 p.
http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/71668/1/R20_21_R22_Physioanatomie_Propedeutique_Pathologie%20mammaire_2015.pdf
- Hanzen Ch, Pluvilage P (2008)** *Propédeutique de la glande mammaire, Approche d'élevage,* Université de Liège, Belgique, R22, 12 p.
- 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 & Technologie*, n° 8 (B), 48-52.
www.univ-chlef.dz/RevueNatec/Art_8_B_07.pdf
- 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.* *Revue Méd. Vét.*, 153, 4, 251-260. www.revmedvet.com/2002/RMV153_251_260.pdf
- Noireterre Ph (2006)** *Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière.* Thèse Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 98 p. www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2006lyon099...
- Persson Y, Olofsson I (2011)** *Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats.* *Acta Vet. Scand.*, 53, 15 p.
- Raguet Y (1996a)** *Evaluation de l'impact économique des mammites.* *Bulletin G.T.V.*, 3, B, 527, 21-24.
- Raguet Y (1996b)** *Qualité du lait : nouveaux services en élevages laitier. Résolution d'un problème complexe de cellules (2^{ème} partie).* *Bulletin G.T.V.*, 4, B, 528, 5-42.
- Remy D (2010)** *Les mammites.* Livre, France Agricole Editions, Paris, France, 259 p.
- 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.
- Santos JE, Cerri RL, Ballou MA, Higginbotham GE, Kirk JH (2004)** *Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows.* *Anim Reprod Sci.*, 80, 31-45.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00133-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00133-7)
- Schukken YH, Burman J, Brand A, Van Der Geer D, Grommers FJ (1990)** *Population dynamics of bulk milk somatic cell counts.* *Journal of Dairy Science*, 73, 1343-1350. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78801-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78801-7)
- Seegers H, Menard JI, Fourichon C (1997)** *Mammmites en élevage bovin laitier : Importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention.* *Actes Renc. Rech. Ruminants*, 4, 233-242.
- Seegers H, Fourichon C, Beaudeau F (2003)** *Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds.* *Vet. Res.*, 34, 475-491. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14556691>.