

ANALYSE DESCRIPTIVE ET FACTEURS D'ÉVOLUTION DES NUMÉRATIONS CELLULAIRES INDIVIDUELLES DU LAIT CHEZ DES PETITS TROUPEAUX BOVINS HORS SOL DANS LA RÉGION DE MONASTIR (TUNISIE)

M'SADAK Youssef* et MIGHRI Leila

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

*E-mail: msadak.youssef@yahoo.fr

Résumé.- *L'objectif de ce travail consiste à analyser la variation des numérations cellulaires individuelles (CCI) des vaches au cours d'une lactation complète tout en insistant sur l'effet des principales variables d'évolution. Le suivi a été réalisé sur un échantillon de 40 élevages bovins hors sol dans la région de Monastir (Tunisie). Le diagnostic sanitaire mammaire a été effectué par la méthode de numération cellulaire directe sur le lait individuel de vache à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic4000. Il ressort de cette étude que la distribution des CCI selon deux règles d'estimation donne deux résultats différents pour les échantillons du lait sains. En effet, 48% des échantillons correspondent à un lait normal ou sain avec un $CCI \leq 200000$ cell. /ml, alors que 57% des échantillons sont issus des mamelles saines avec un $CCI \leq 300000$ cell. /ml. Il est relevé aussi que 66% des vaches ont des moyennes arithmétiques des $CCI > 200000$ cell. /ml, alors que 52% des vaches ont des moyennes géométriques des $CCI > 200000$ cell. /ml. A cet égard, et pour mieux apprécier la distribution des CCI, il est utilisé le diagramme des quartiles qui a confirmé la fiabilité de l'utilisation de la méthode des moyennes géométriques pour l'étude des CCI. En plus de la variation des CCI selon la méthodologie d'étude, les variations peuvent résulter des facteurs physiologiques liées à la vache. En effet, les CCI sont plus faibles au début de la lactation et chez les primipares en comparaison avec la fin de la lactation et les multipares. Pour la relation entre la production laitière et les CCI, il est enregistré des CCI plus faibles au pic de lactation des vaches. De tels résultats coïncident exactement avec ceux relatés dans des études antérieures.*

Mots clés : *Élevage bovin hors sol, numération cellulaire individuelle, santé mammaire, analyse épidémiologique descriptive, facteurs physiologiques.*

DESCRIPTIVE ANALYSIS AND EVOLUTION FACTORS OF INDIVIDUAL CELL COUNTS MILK IN SMALL HERDS ABOVEGROUND IN THE REGION OF MONASTIR (TUNISIA)

Abstract.- *The objective of this study is to analyze the variation of individual cell counts (CCI) of cows during an entire lactation while insisting on the effect of main variables of evolution. The monitoring was conducted on a sample of 40 non-grazing cattle farms in the region of Monastir (Tunisia). Mammary health diagnosis was performed by the method of direct cell count on individual cow milk using a cell counter of type Fossomatic4000. It appears from this study that CCI distribution, according to two rules estimation, gives two different results for the samples of healthy milk. In fact, 48% of samples correspond to a normal or healthy milk with $CCI \leq 200000$ cell. / ml, while 57% of the samples are from healthy udders with $CCI \leq 300000$ cell. / ml. It also noted that 66% of cows have arithmetic $CCI > 200000$ cell. / ml, whereas 52% of cows present geometric $CCI > 200000$ cell. / ml. In this overall context, and to better assess the distribution of CCI, it was used quartiles diagram which confirmed the reliability of using the geometric method for the study of CCI. In addition to the variation of CCI according to the study methodology, changes can result from physiological factors related to the cow. Indeed, the CCI are lower in the beginning of lactation for primiparas compared with the end of lactation and multiparas. For the relation between milk production and CCI, this latter was recorded lowest at peak lactation of cows. These results coincide exactly with those reported in previous studies.*

Key words: *Cattle breeding aboveground, individual cell count, udder health, descriptive epidemiological analysis, physiological factors.*

Introduction

Les mammites consistent en une inflammation de la glande mammaire, le plus souvent développée en réponse à une infection bactérienne intramammaire. Elles constituent la pathologie la plus fréquente et la plus coûteuse rencontrée en élevage laitier [1]. On distingue les mammites cliniques associées à des symptômes inflammatoires et des mammites subcliniques [2]. La mammite subclinique est une pathologie de première importance chez la vache laitière. L'élévation persistante du taux cellulaire qui en résulte engendre d'énormes pertes économiques pour toute la filière laitière [3].

La numération cellulaire individuelle du lait est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle [4]. Le comptage des cellules somatiques du lait est devenu 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 [5, 6]. C'est aussi un reflet (quoiqu'imprécis) du nombre d'infections chroniques et contagieuses d'un troupeau [7].

Le diagnostic des mammites est la base fondamentale des programmes de contrôle et de suivi de la santé du pis [8], en faisant appel à des méthodes cellulaires indirectes et/ou directes. Les méthodes directes de comptage cellulaire sont reconnues par tous les partenaires de la filière lait et inscrites dans les dispositifs réglementaires internationaux [9, 10, 11].

Dans le cadre de l'étude des relations entre les concentrations cellulaires du lait individuel, la sensibilité des vaches aux infections mammaires et leur capacité de production laitière, le présent travail accompli chez des unités bovines hors sol relevant de la Tunisie semi-aride, se propose notamment d'évaluer, sur des vaches laitières soumises régulièrement à des comptages cellulaires individuels, la part des variations des numérations cellulaires du lait qui est imputable à l'état d'infection mammaire [12, 13] et également celle qui résulte particulièrement de l'influence de l'âge des vaches, du stade de lactation et de la production laitière [14, 15, 16, 17, 18, 19].

1.- Matériel et méthodes

1.1.- Matériel

1.1.1.- Élevages mis à l'étude

Cette investigation a été réalisée sur 40 élevages bovins laitiers hors sol (inscrits au contrôle laitier) soumis à la traite biquotidienne mécanisée en pot, dans la région de Monastir (Sahel Tunisien), zone côtière caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride. Elle a touché 364 vaches présentes (VP) dont 317 vaches en lactation (VL), de même race (Frisonne Holstein), durant une période de suivi de 8 mois étalée de Septembre 2009 à Avril 2010 pour mieux cerner l'échantillonnage du lait et pour contrôler les conditions de traite (chantiers et équipements) et d'élevage (logement, litière, ...). Toutes les vaches ayant débuté leur production laitière lors du suivi mis en œuvre ont fait partie de l'étude entreprise relative à la lactation complète de chaque vache. Les vaches primipares représentent 31% de l'ensemble des vaches considérées. Les étables sont à stabulation entravée chez 65% des exploitations. Chez 35% des cas, l'aire de couchage est non propre (humide et non paillée).

Les troupeaux suivis sont de taille réduite variant de 2 à 29 VP et de 2 à 21 VL avec en moyenne respectivement 9 VP et 8 VL. Ils sont préservés, 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. Ce choix a été requis 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.

1.1.2.- Prélèvements du lait

Les échantillons de lait individuel ont été prélevés lors du chantier de traite, tout en subissant une homogénéisation du lait et un refroidissement à 4°C [20].

Ces échantillons de lait sont prélevés dans le cadre du contrôle laitier, réalisé par l'Office d'Élevage et des Pâturages (OEP), après la traite de chaque vache, le matin ou l'après midi en alternance, tout en subissant une homogénéisation du lait et un refroidissement à 4°C. Il convient de rappeler que tous les prélèvements individuels sont reproduits régulièrement toutes les 6 semaines pour le contrôle laitier AT6 (par le Technicien OEP) et toutes les 4 semaines (par l'éleveur engagé) pour le contrôle laitier B4. Un gobelet en acier inoxydable alimentaire muni d'une longue tige a été employé pour cette opération. De ce fait, chaque fois, 20 ml de lait sont retirés, versés dans un petit flacon contenant du bichromate de potassium (en tant que conservateur), placé dans une glacière et acheminé vers le laboratoire.

1.1.3.- Analyses du lait

Les analyses périodiques des échantillons du lait individuel ont été effectuées au sein du Laboratoire du Service de Contrôle Laitier du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet, à l'aide d'un compteur cellulaire entièrement automatique de type Fossomatic 4000 [21], 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 [22].

1.1.4.- Traitement des données

Les données des Comptages Cellulaires Individuels (CCI) ont été relevées à partir des fiches des résultats disponibles dans la base nationale des données du contrôle laitier. Les CCI ont été traités 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.

La lactation (dès le vêlage au tarissement) des vaches est relatée dans cette étude, d'une part sur trois stades de lactation (< 100 j, 100-200 j et > 200 j), et d'autre part, sur 8 contrôles (de C₁ à C₈) qui sont séparés de 5 semaines en moyenne.

1.2.- Méthodologie d'étude

1.2.1.- Étude des numérations cellulaires individuelles

Les CCI ont été calculés par la moyenne arithmétique (MA) et la moyenne géométrique (MG), dont les formules utilisées sont:

$$MA = \frac{\sum_1^n NCS}{n} \quad \text{et} \quad MG = \sqrt[n]{NCS_1 \times NCS_2 \times \dots \times NCS_n} \quad [23]$$

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

En outre, les quartiles (Q₁, Q₂ et Q₃) et l'écart interquartile (Q₃-Q₁) des valeurs des CCI ont été déterminés pour mieux apprécier la répartition des données cellulaires dans l'échantillon étudié.

1.2.2.- Analyse statistique des données

Les résultats concernant les CCI ont été traités par le logiciel SAS (2000) selon des statistiques descriptives. Il est ainsi déterminé entre autres des moyennes, des écarts-types et des fréquences.

2.- Résultats

2.1.- Présentation des numérations cellulaires individuelles

La moyenne arithmétique (MA) des comptages cellulaire individuels (CCI) des vaches contrôlées est de 640000 ± 1142000 cell. /ml. La moyenne géométrique (MG) des CCI des vaches est de 233000 cell. /ml. Le tableau I montre que 48% des échantillons ont un CCI ≤ 200000 cell. /ml et 52% ont un CCI > 200000 cell. /ml.

Tableau I.- Distribution des CCI selon les règles données par NOIRETERRE (2006)
(*: Pourcentages des échantillons selon le CCI attribué à chaque échantillon du lait individuel)

CCI (x1000 cell. /ml)	CCI *		Interprétation
	Nombre	%	
≤ 200	338	48	Lait normal
200 à 500	148	21	Mammite subclinique, Traite irritante
500 à 1000	96	14	Mammite subclinique, mammite latente
1000 à 5000	99	15	Doute de mammite clinique
> 5000	16	2	Mammite bien établie

Le tableau II montre que 57% des échantillons ayant un CCI < 300000 cell. /ml et 21% des échantillons ayant un CCI > 800000 cell. /ml.

Le tableau III laisse apparaître que le nombre des vaches ayant un CCI moyen ≤ 200000 cell. /ml a augmenté de 63 vaches avec la MA des CCI (34%) vers 89 vaches (48%) avec la MG des CCI. Le nombre des vaches ayant un CCI moyen > 1000000 cell. /ml a diminué de 44 vaches (24%) avec la MA des CCI vers 18 vaches (10%) avec la MG des CCI.

Tableau II.- Répartition des CCI selon les règles données par FABRE *et al* (1996)
 (*: Pourcentages des échantillons selon le CCI attribué à chaque échantillon du lait individuel)

CCI (x1000 cell. /ml)	CCI *		Interprétation
	Nombre	%	
< 300	397	57	Mamelle saine
300 à 800	153	22	Mamelle douteuse
> 800	147	21	Mamelle infectée

Tableau III.- Distribution des vaches selon leur CCI moyen [*: Pourcentages des vaches selon le CCI moyen par vache calculé par 2 moyennes (MA et MG)]

CCI (x1000 cell. /ml)	Selon MA CCI *		Selon MG CCI *	
	Nombre	%	Nombre	%
≤ 200	63	34	89	48
200-500	50	27	52	28
500-1000	28	15	26	14
> 1000	44	24	18	10
Total	185	100	185	100

Le tableau IV révèle que Q_1 des CCI est égal à 64000 cell. /ml, Q_2 des CCI est égal à 213000 cell. /ml, Q_3 trouvé est de 624000 cell. /ml et l'écart interquartile est de 560000 cell. /ml.

Il est repéré que 25% des vaches ont des MA des CCI < 110000 cell. /ml, 50% des vaches ont des MA des CCI < 369000 cell. /ml et 75% des vaches ont des MA des CCI < 792000 cell. /ml. L'écart interquartile relevé est de 682000 cell. /ml (tab. IV).

Tableau IV.- Détermination du diagramme des quartiles de la distribution des CCI

Variables	CCI	MA CCI
	(x1000 cell. /ml)	(x1000 cell. /ml)
Q_1 (Premier quartile)	64	110
Q_2 (Médiane)	213	369
Q_3 (Troisième quartile)	624	792
Q_3-Q_1 (Écart interquartile)	560	682

2.2.- Présentation des CCI selon certains facteurs physiologiques

Les MA des CCI et les MG des CCI des primipares sont inférieures à celles des multipares (tab. V). Les MG des CCI des primipares (145000 cell. /ml) et des multipares (288000 cell. /ml) sont moins élevées que les MA des CCI des primipares (452000 ± 1283000 cell. /ml) et des multipares ($745\ 000 \pm 1233000$ cell. /ml).

Tableau V.- Variation des valeurs des CCI (x1000 cell. /ml) selon le rang de lactation

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

Il est constaté que les vaches primipares au début de la lactation (< 100 j) ont une MA CCI plus faible que celle des multipares. Finalement, les primipares à la fin de la lactation (> 200 j) ont une MA CCI plus faible que celle des multipares (tabl. VI).

Tableau VI.- 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

La figure 1 montre que les CCI sont les plus faibles vers le 2^{ème} contrôle (C2), soit environ 70 jours et ils sont plus importants vers le 8^{ème} contrôle (C8), soit 280 jours. De même, les MA des CCI et les MG des CCI sont dans les 8 contrôles plus élevées pour les multipares que pour les primipares.

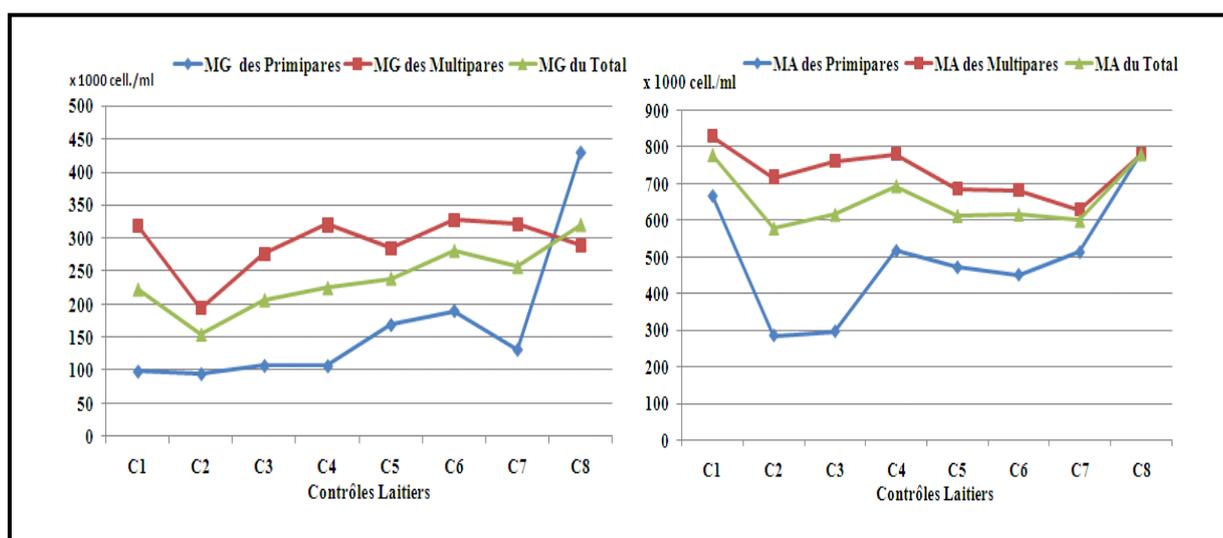


Figure 1.- Évolution des CCI moyens au cours de la lactation des vaches selon les MA et MG

La figure 2 illustre que les CCI sont élevés immédiatement après le vêlage, ils diminuent environ au 2^{ème} contrôle laitier (C₂), augmentent à la fin de la lactation.

3.- Discussion

3.1.- Distribution des numérations cellulaires individuelles

L'amélioration de la qualité du lait passe, entre autres, par l'évaluation de la santé mammaire à la ferme. L'évaluation des comptages en cellules somatiques individuels obtenus mensuellement au contrôle laitier est une avenue intéressante et économique pour

déterminer le portrait et la dynamique de la santé mammaire à la ferme [24]. Ainsi, la détermination systématique de la concentration en cellules somatiques du lait est indispensable étant donné qu'elle constitue un indicateur de santé mammaire en permettant la détection des mammites, particulièrement celles à caractère subclinique [25]. Elle admet également d'évaluer les pertes économiques [26] et enfin constitue un outil de sélection et d'amélioration génétique [27].

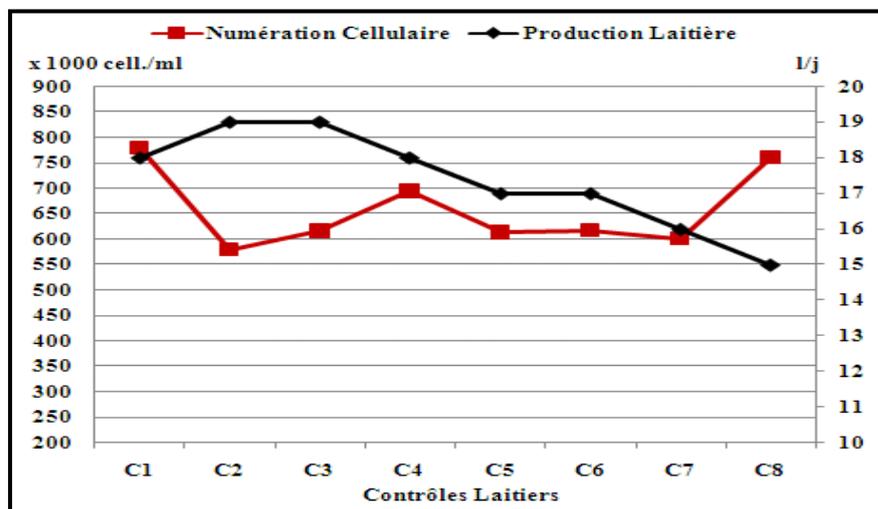


Figure 2.- Relation entre numération cellulaire et production laitière

Les données des CCI 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 [14]. Il a été considéré 185 lactations ayant débuté durant la période d'étude, avec un total de 697 échantillons de lait individuel.

La moyenne arithmétique des CCI trouvée est loin de 200000 cell. /ml qui est un seuil au-delà duquel une vache est considérée infectée [28, 29, 30]. Cette moyenne est également loin de 300000 cell. /ml, seuil moins sévère considéré par FABRE *et al* (1996) [31] et SEEGERS et SÉRIEYS (2002) [32].

La moyenne géométrique des CCI est largement moins importante par rapport aux résultats précédents basés sur la moyenne arithmétique. Un tel résultat devrait être considéré avec prudence étant donné le manque actuel des normes d'appréciation des CCI relatives à des moyennes géométriques. Partant du fait que les CCI présentent une distribution logarithmique [14], l'adoption de la moyenne géométrique dans l'analyse de la distribution des valeurs des CCI apparaît mieux garantie et reproduit plus correctement le statut sanitaire des vaches, d'où, la nécessité de l'établissement futur des normes cellulaires basées sur la moyenne géométrique.

Le Comptage des Cellules somatiques (CCS) du lait est une mesure continue et son interprétation nécessite la sélection d'une valeur seuil afin de déterminer le CCS à partir duquel on peut considérer un animal comme infecté [33]. A cet égard, il est réalisé deux façons de distribution des CCI selon deux règles d'appréciation persévérantes de la situation sanitaire mammaire, l'une rapportée par NOIRETERRE (2006) [29], et l'autre, par FABRE *et al* (1996) [31]. Par ailleurs, HANZEN (2015) [34] a révélé la tendance à l'augmentation des CCI avec l'état infectieux mammaire, justifiant ainsi la relation existante entre l'état d'infection mammaire et la concentration cellulaire du lait individuel de vache [14].

Il est distingué que 48% des échantillons incarnent du lait normal et 52% présentent la probabilité des mammites subcliniques ou cliniques, et c'est une interprétation clinique de la numération cellulaire d'un échantillon laitier de vache relatée par NOIRETERRE (2006) [29]. Avec les autres seuils utilisés par les Syndicats de Contrôle Laitier en France comme Estimateurs de prévalence des infections mammaires [31]. A cet égard, il a été discerné que 57% des échantillons sont considérés sains et 21% des échantillons sont considérés infectés, alors que 22% sont considérés problématiques des mammites subcliniques selon l'appréciation rapportée par FABRE *et al* (1996) [31].

Le diagramme des quartiles est utilisé pour mieux apprécier la distribution des CCI dans l'échantillon considéré. Il a été trouvé que 25% des échantillons du lait individuel ayant des CCI < 64000 cell. /ml, 50% des échantillons ont des CCI < 213000 cell. /ml, alors 75% des échantillons ont des CCI < 792000 cell. /ml. La valeur médiane (213000 cell. /ml) est très proche de la MG des CCI des échantillons du lait individuel (233000 cell. /ml) et loin de la MA des CCI, ce qui confirme l'utilité de l'utilisation de la moyenne géométrique dans la distribution des numérations cellulaires. Finalement, les valeurs de l'écart interquartile et l'écart-type apparaît élevées, ce qui explique l'hétérogénéité marquée des CCI des échantillons étudiés. A ce propos, signalons que la dispersion absolue est exprimée par un écart-type élevé, dépassant la moyenne, par conséquent, la dispersion relative est exprimée généralement par un coefficient de variation supérieur à 100%.

Comparativement, dans les trois régions du Sahel Tunisien, la médiane (Q_2) de la distribution cellulaire est de 234000 cell. /ml à Sousse [35], 213000 cell. /ml à Monastir (Zone d'étude) et 190000 cell. /ml à Mahdia [36], dont 50% des échantillons ont des CCI inférieurs à ces valeurs médianes. La moyenne CCI dépasse amplement le taux de 500000 cell. /ml pour chacune des régions considérées indiquant, ainsi, que les infections mammaires sont assez répandues. En outre, les vaches à Mahdia (primipares et multipares confondues) [36] enregistrent les moyennes de CCI les plus faibles, en comparaison avec les moyennes de CCI des vaches à Sousse [35] et dans la zone d'étude.

3.2.- Variation des CCI selon certains facteurs physiologiques

Les MA des CCI et les MG des CCI des primipares sont inférieures à celles des multipares, ce qui concorde avec des autres études. En effet, les primipares sont généralement moins touchées par les mammites que les multipares [37, 38, 36, 35]. Ainsi, le canal du trayon devient plus dilaté après chaque lactation, prédisposant davantage la vache aux infections mammaires [39]. De plus, la fréquence des infections augmente avec le nombre de lactations des animaux. Cette observation est imputable aux modifications morphologiques de la glande mammaire avec l'âge [40].

Le rang de lactation et le stade de lactation sont des facteurs physiologiques de variation des CCI des vaches. En effet, la MA des CCI est plus faible dans les 100 premiers jours de lactation qu'à la fin de la lactation (> 200 j). Cette étude est conforme avec plusieurs études ayant montré la tendance d'augmentation des CCI avec le rang et le stade de lactation des vaches [14, 15, 4, 28, 41, 38, 42, 36, 35].

Pour l'évaluation de l'évolution des CCI au cours de la lactation des vaches, une probable relation existe entre la numération cellulaire et la production laitière. En effet, les

CCI évoluent au cours de la lactation des vaches de façon inverse à la production laitière [23, 28, 17, 18, 19, 36, 35]. Ils atteignent leur minimum avec le pic de production laitière et leur maximum quelques jours avant le tarissement chez la vache. Cette constatation est confirmée par les résultats relevés lors de cette étude.

Dans l'ensemble, des études abondantes [46, 44, 45, 43] ont dévoilé que le lait de première semaine de lactation se caractérise par une forte concentration en cellules, suivie d'une baisse rapide et progressive entre le 25^{ème} et 45^{ème} jour après le vêlage, pour se fixer à un taux modique durant des semaines avant de croître de nouveau, progressivement, jusqu'à la fin de la lactation. L'élévation du taux cellulaire de fin de lactation serait naturellement due à l'augmentation de la concentration cellulaire dans un faible volume de lait suite à l'affaiblissement physiologique de fin de lactation [47, 45]. En période de lactation (mis à part le début), le risque de mammite essentiellement subclinique augmente avec la progression de la lactation. Ceci est dû à l'impact de la machine à traire et l'exposition répétée aux bactéries [48].

Conclusion

La numération cellulaire du lait, renseignant surtout sur le niveau d'infection subclinique de la glande mammaire des vaches laitières et sur la quantité et la qualité du lait produit, est un paramètre utilisé actuellement dans l'établissement du prix de lait livré par les éleveurs dans le système de paiement du lait à la qualité dans plusieurs pays. Ainsi, la Tunisie a entamé un programme visant l'analyse de la situation laitière actuelle, dans le but de fixer des normes de qualité applicables dans le contexte tunisien.

Dans le cadre de ce programme, la présente analyse descriptive des comptages cellulaires périodiques, sur lait de vache au cours d'une lactation chez un échantillon des petits élevages bovins hors sol, a permis de dégager un certain nombre de constatations relatives tant à la situation sanitaire mammaire des vaches (faisant appel au dépistage des mammites à partir de la qualité cellulaire du lait de vache) qu'à la méthodologie d'étude à adopter ultérieurement.

Cette étude, menée en milieu littoral semi-aride, a confirmé nettement les travaux réalisés antérieurement sur la variation des valeurs des CCI en fonction du rang et du stade de lactation ainsi que de la production laitière chez les moyens et les grands troupeaux bovins laitiers. Elle a permis aussi de repérer les orientations pour des investigations ultérieures à propos des diagnostics épidémiologiques descriptif et analytique des infections mammaires cliniques et subcliniques au niveau de chaque troupeau. Le recours futur au diagnostic bactériologique s'avère indispensable pour certaines vaches ayant, comme base préliminaire d'analyse, trois contrôles CCI qui dépassent 500000 cell. /ml avant le tarissement. Par ailleurs, il convient, dans l'avenir, d'appliquer, d'une part, les règles d'appréciation mammaire annoncées par FABRE *et al* (1996) [31], et d'autre part, la moyenne géométrique des CCI, vis-à-vis de la non sanction de l'éleveur lors de l'établissement des normes futures pour le paiement du lait à la qualité à mettre en œuvre dans le contexte tunisien, entre autres, selon sa qualité cellulaire.

Remerciements

La présente étude effectuée en Tunisie dans le cadre d'une Action de Recherche IRESA-GIVLAIT, n'a été possible que grâce à la contribution de la Direction Régionale de l'OEP de Monastir.

Références bibliographiques

- [1].- Seegers H., Fourichon C., Beaudeau F., 2003.- Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.*, 34: 475-491.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal.../document>
- [2].- Boutet P., Detilleux J., Motkin M., Deliege M., Piraux E., Depinois A., Debliquy P., Mainil J., Czaplicki G., Lekeux P., 2005.- Comparaison du taux cellulaire et de la sensibilité antimicrobienne des germes responsables de mammites 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
- [3].- Debreil, J. B., 2008.- Les analyses bactériologiques du lait des infections mammaires bovines applicables au cabinet vétérinaire en pratique courante et leurs intérêts dans le traitement des mammites, Thèse Vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, France, 109 p.
theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1096
- [4].- 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.*, 12 (1): 39-48.
https://www6.inra.fr/productions-animales/.../Prod_Anim_1999_12_1_0...
- [5].- Dohoo J. R., Lesile K. E., 1990.- Evaluating of changes in somatic cell count as indicator of new intramammary infection. In: *Int. Symp. Bovine Mastitis*, National Mastitis Council, Indianapolis, IN, USA: 320-325.
books.google.com/.../International_Symposium_on_B...
- [6].- Selze J. C., 1999.- Taux cellulaires élevés, qui est responsable ? Mammites cliniques ou subcliniques ? (1^{ère} Partie), *Bull. tech. Insémin. Artif.*, 91: 31-33.
[babordplus.univ-bordeaux.fr/notice.php?q=auteurs...%22\)...1](http://babordplus.univ-bordeaux.fr/notice.php?q=auteurs...%22)...1)
- [7].- Carrier J., Dufour S., 2009.- Situation québécoise en santé du pis et qualité du lait. *Cahier des Conférences 33e Symposium sur les bovins laitiers*, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, Octobre 2009, 22 p.
www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/documents/CARRIER_J.pdf
- [8].- Wallace J., 2007.- Diagnostiquer la mammites. *Revue Le Producteur de Lait QUÉBÉCOIS*: 47-49.
www.medvet.umontreal.ca/...FR/Diagnostic/DiagnostiquerMammite.pdf
- [9].- Grenon C., Fournier S., Goulet J., 2004.- Lait de qualité, *Symposium sur les bovins laitiers*, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 33 p.
http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/documents/Grenon_Claude.pdf
- [10].- Institut de l'Élevage, 2004.- *Maladies des bovins*. Livre, France Agricole Editions, Paris, France, 797 p.
books.google.fr/books/about/Maladies_des_Bovins.html?hl=fr...

- [11].- Kebbal S., Gharbi I., Guemra S., Hanzen CH., Guetarni D., 2008.- Validation d'une méthode de dénombrement de la concentration en cellules somatiques du lait de vache au moyen du Coulter Counter® modèle Z2. *Ann. Méd. Vét.*, 221-226.
www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2008_152_4_02.pdf
- [12].- Rainard P, Poutrel B., 1984.- Non-random distribution of udder infections among cows. Evaluation of some contributing factors. *Ann. Rech. Vét* 15: 119-127.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal.../document>
- [13].- Robert-Granie C., Maza E., Rupp R., Foulley J.L., 2001.- Utilisation des polynômes fractionnaires pour la modélisation de la courbe moyenne des scores de cellules somatiques dans le lait chez les bovins laitiers, 4 p.
www.stat.ucl.ac.be/jsbl2002/Robert.pdf
- [14].- Sérieys 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): 255-261.
http://www.researchgate.net/profile/Francis_Serieys2/publication/237411854_CONCENTR
- [15].- 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): 133-139. prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:126863
- [16].- Bouraoui R., Rekik B. et Ben Gara A., 2009.- Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunnes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. *Livestock Research for Rural Development (LRRD)* 21(12): 11 p.
www.lrrd.org/lrrd21/12/rach21223.htm
- [17].- Durocher J., Perreault J. Y., 2009.- Le comptage des cellules somatiques : Un outil indispensable pour gérer la santé du pis, *Le Producteur de lait québécois*: 28-30.
www.medvet.umontreal.ca/rcrmb/dynamiques/.../OutilIndispensable.pdf
- [18].- Jacquinet S. A., 2009.- Évaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait. Thèse Vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 135 p. oatao.univ-toulouse.fr/3387/1/hartmann_3387.pdf
- [19].- Bouselmi 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, 203p.
www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte13_qualite_produit_Bouselmi.pdf
- [20].- Grappin R., Jeunet R., 1975.- Conditions d'utilisation des méthodes automatiques de dénombrement des cellules du lait: étalonnage et conservation des échantillons de lait, *Revue LE LAIT*, Novembre-Décembre 1975, N° 549-550: 650-668.
- [21].- Grappin R., Jeunet R., 1974.- Premiers essais de l'appareil «Fossomatic» pour la détermination automatique du nombre de cellules du lait, *Revue LE LAIT*, Novembre-Décembre 1974, N° 539-540: 627-644.

- [22].- Gambo H., Agnem-Etchike C., 2001.- Dépistage de mammites subcliniques chez des vaches Goudali en lactation au Nord Cameroun, Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 54 (1): 5-10. remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2001/EMVT01_005_010.pdf
- [23].- 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): 257-267.
https://www6.inra.fr/productions-animales/.../Prod_Anim_2000_13_4_04.p...
- [24].- Fauteux V., 2014.- Prédiction de la violation d'un seuil de 400 000 cellules/mL au réservoir de lait à l'aide du portrait et de la dynamique de santé du pis des troupeaux laitiers québécois, Mémoire présenté à la Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, Canada, 127 p.
<https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/11558>
- [25].- Deluyker H. A., 1991.- Milk yield fluctuations associated with mastitis. In : Burvenich, C.; Vandeputte-Van Messom, G.; Hill, A. W. (Eds), New insights into the pathogenesis of mastitis Rijksuniversiteit Gent : Gent, 207-216.
- [26].- Raubertas R. F., Shook G. E., 1982.- Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield. J.Dairy Sci., 65: 419-425.
- [27].- Rupp R., Boichard D., 1997.- Évaluation génétique des bovins laitiers sur les comptages de cellules somatiques pour l'amélioration de la résistance aux mammites. Actes Renc. Rech. Ruminants, Paris, France, 4-5 Décembre 1997, 4: 211-214.
http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/1997_8_genetique_11_rupp.pdf
- [28].- 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, ENV d'Alfort, France, 146 p. theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=119
- [29].- Noireterre Ph., 2006.- Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Thèse Vétérinaire, ENV de Lyon, France, 98 p. www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2006lyon099...
- [30].- Theron L., 2008.- Étude des risques liés aux pratiques d'élevage sur la santé mammaire des exploitations laitières en Wallonie. Mémoire de la Formation Doctorale, Université de Liège, Belgique, 51 p.
orbi.ulg.ac.be/browse?type=type&sort_by=1...3...
- [31].- 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.
- [32].- Seegers H., Sérieys F., 2002.- Intervention du vétérinaire face à un problème de mammites. 1- Questions de base et réponses possibles aujourd'hui. Journées Nationales GTV. Tours: 139-145.

- [33].- Brolund, L. 1985. - Cell counts in bovine milk: Causes of variation and applicability for diagnosis of subclinical mastitis, *Acta Vet. Scand. Supplement* 80: 1-123.
<http://www.cdc-ccl.gc.ca/CDC/index-eng.php>
- [34].- Hanzen Ch., 2015.- *Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire : Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques individuelles et de troupeau des mammites*, *Physio anatomie - Propédeutique et Pathologie mammaire bovine*, Université de Liège, Belgique, 170 p.
orbi.ulg.ac.be/.../R20_21_R22_Physioanatomie_Propedeutique_Patholo...
- [35].- 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: 26-38.
dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/5487/1/E040104.pdf
- [36].- 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
- [37].- Roussel Ph., Nbaud D., Menard J. L., 2001.- Facteurs d'élevage associés au risque d'infections mammaires chez les primipares après le vêlage. *Actes Renc. Rech. Ruminants*, Paris, France, 2001.
http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2001_pathologie_07_roussel0001.pdf
- [38].- Hanzen Ch., 2009.- *Propédeutique de la glande mammaire : Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau*. Université de Liège, Belgique, R21, 28 p.
www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2008_152_4_02.pdf
- [39].- Oaki I., 1990.- Diurnal variation in count and composition of somatic cell in milk and characteristics related infection mastitis. In. *Int. Symp. Bovine Mastitis*, National Mastitis Council, Indianapolis, IN, USA: 412-418.
books.google.com/.../International_Symposium_on_B...
- [40].- Hanzen Ch., 2010.- *La pathologie infectieuse de la glande mammaire : Étiopathogénie et traitements*, *Approche individuelle et de troupeau*. Université de Liège, Belgique, 63 p.
http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R22_Mammites_etiopathogenie_traitement_2010.pdf
- [41].- Hachana Y., Haddad B., Kraiem K., 2006.- Facteurs de variation du nombre de cellules somatiques dans le lait des bovins inscrits dans le cadre du contrôle laitier en Tunisie. *MHA*, vol. 18 (51): 65-71.
cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17773830
- [42].- Leslie K. E., 2012.- *Somatic Cell Counts: Interpretation for Individual Cows*, *FACTSHEET*, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation Ontario, 03/85, Commande N° 24-012.
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/84-012.htm>

- [43].- Schalm O. W., Carrol E. J., Jain N.C., 1971.- Bovine mastitis. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febriger: 94-157.
- [44].- Kennedy B. W., Sethar M., Tonga A., Moxley J., 1982.- Environmental factors influencing test day somatic cell counts in. Holsteins. J. Dairy Sci., 65: 275-280.
- [45].- Millet V., 1988.- Mammites: Attention danger ! Revue Fr. Génét. Reprod., 50 : 42-44.
- [46].- Harmon R. J.,Reneau J. K., 1993.- Factors affecting somatic cell count in milk. In 32nd Annual Meeting National Mastitis Council, Kansas City, KS, USA: 243-289.
- [47].- Elvinger F., Natzke R.P., 1992.- Elements of mastitis control. In: Van Horn, H.H; Wilcox, C.J. eds. Large dairy herd management. Champaign, IL, US. American Dairy Science Association: 440–447.
- [48].- 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 ENV de Lyon, France, 91 p.
www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2004lyon012...