

Effect of milking settings adjustment on udder health and milk quality in dairy cows

Impact du réglage de la machine à traire sur la santé mammaire et qualité du lait chez la vache laitière

M. ATIGUI^{1*}, L. BEN HAJSAID¹, G. BEN FRAJ¹, R. YAHYA² ET M. KAMOUN¹

¹Laboratoire d'Amélioration et de Développement Intégré de la Productivité Animale et des Ressources Alimentaires, Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, Route tabarka_7030, Université de Carthage, Tunisie

²Office d'élevage et de pâturage, Rue Mongi Slim Nabeul, 8000.

*Corresponding author: atigui.moufida@gmail.com

Abstract - This work was carried out to evaluate machine milking routine and settings in smallholder dairy cow's farms and to assess the impact of optimizing machine settings on milk quality and udder health. A total of 39 dairy farms in Nabeul governorate northeast of Tunisia, were included in this study. Only farms that were not subjected to any official or nonofficial dairy control program and not receiving any technical assistance were considered. During 2 visits before machine setting and 2 visits after, 484 milk samples from 121 Holstein cows were collected. Results showed that 38% of the visited farms had used and defected machines, 55% of the teatcup's rubbers were used and cracked. More than 53% of the farmers used vacuum level higher than 48 kPa and less than 44% of them used the recommended pulsation frequency. Only 15% of the diagnosed machines had operational manometers and showed the real vacuum level. After resetting the milking machines milk quality changed greatly. Milk fat increased significantly 2.86 ± 0.93 % to 3.29 ± 0.98 % while protein content decreased 3.02 ± 0.4 % to 2.87 ± 0.33 % respectively before and after machine setting. Individual Somatic Cell Count decreased significantly from $776.45 \cdot 10^3$ Cell/ml to $416.81 \cdot 10^3$ cell/ml after milking settings adjustment. This study showed the importance of technical assistance of smallholders' dairy farmers to achieve the goal of better milk quality and udder health.

Keywords: Vacuum, Pulsation, Somatic Cell Count, Smallholder farms, Dairy Cow.

Résumé- Ce travail vise le diagnostic des conditions de la conduite de traite mécanique des vaches laitières chez les petits éleveurs et l'évaluation de l'impact de l'optimisation du réglage de la machine sur la qualité du lait et sur la santé de la mamelle. Trente neuf éleveurs non adhérents à un programme de contrôle laitier et ne recevant aucune assistance technique appartenant à la région de Nabeul au nord-est de la Tunisie ont fait l'objet de cette étude. Un totale de 484 échantillons provenant de 121 vaches de race Holstein ont été évalués durant 2 visites avant le réglage de la machine à traite et 2 visites après. Cette étude a révélé que la conduite de traite est globalement non satisfaisante chez les éleveurs suivis. Parmi les machines à traire diagnostiquées, 38% sont usées et mal entretenues et 55% des manchons sont considérés en mauvais état. Plus que 53% des machines testées ont révélé un niveau de vide supérieur à 48 kPa et plus que 56% ont une fréquence de pulsation hors norme. Sauf 15% des manomètres étudiés étaient en bon état et affichaient le niveau de vide réel. L'optimisation du réglage des machines à traire s'est traduit par une amélioration significative du taux de la matière grasse et une baisse du taux protéique avec $2,86 \pm 0,93$ % et $3,02 \pm 0,4$ % respectivement avant l'optimisation et $3,29 \pm 0,98$ % et $2,87 \pm 0,33$ % respectivement après réglage. Une chute remarquable du taux de comptage de cellules somatique individuelle de $776,45 \cdot 10^3$ cell/ml à $416,81 \cdot 10^3$ cell/ml a été observée suite à l'optimisation du réglage des machines utilisées. D'où l'importance de l'assistance technique et de l'accompagnement des petits éleveurs afin d'améliorer la qualité du lait et limité les risques liés aux mammites.

Mots clés: Vide, Pulsation, Comptage des Cellules Somatiques, Petits Eleveurs, Vache Laitière.



1. Introduction

Le secteur laitier est un secteur stratégique de l'agriculture et de l'économie. Il est classé parmi les secteurs prioritaires du fait qu'il génère un produit stratégique à savoir le lait (GIVLAIT, 2014). Suite à la demande croissante des produits laitiers, la Tunisie a encouragé les investissements dans ce secteur d'élevage depuis les années 90 (M'Sadak et al., 2015) et par conséquent, l'autosuffisance est atteinte depuis 1999 avec une augmentation remarquable de la production (Bousselmi et al., 2010; Hammami et al., 2013). Cette amélioration enregistrée s'explique par l'augmentation du cheptel bovin laitier et l'importation des races assurant un rendement élevé (DGPA, 2014). La production laitière s'est développée surtout dans les régions côtières, tout en créant des bassins laitiers hors sol formé essentiellement des petits éleveurs laitier (M'Sadak et al., 2015). Ces derniers participent par la moitié du total du lait collecté sur le plan national. En effet, la Tunisie compte 112 000 éleveurs bovins dont 85% disposent de moins de 5 vaches c'est-à-dire des petites et moyennes exploitations. La plupart des éleveurs sont des alphabets et qui manque surtout de technicité et de formation dans le domaine (OEP, 2015). Bien que le potentiel du lait collecté soit généralement important, grâce aux efforts effectués par l'état en ce qui concerne l'importation des génisses et l'encouragement à la collecte, la durabilité de l'élevage bovin laitier est de plus en plus mise en cause (Ben Salem et al. 2007). En effet, les éleveurs et les industriels se trouvent souvent confrontés à des défaillances au niveau de la qualité physico-chimique (Araba, 2006). C'est pour cela, qu'il est nécessaire de maîtriser les facteurs de la production et de la santé des vaches laitières chez les petits élevages hors sol fréquemment rencontrés. Pour garantir la production d'un lait de qualité et valoriser au maximum la production laitière, tout en respectant la santé des vaches, il est indispensable de passer par l'utilisation d'une machine à traire adaptée, bien réglée, bien utilisée et bien entretenue (Gauchot, 1993 ; Ruegg, 2006). Pour cela, la mécanisation de la traite chez les petits et les moyens éleveurs est devenue indispensable. Une statistique récente montre que le nombre des machines à traire est aux alentours de 800 pots trayeurs (OEP, 2015). Ce nombre paraît très réduits par rapport au nombre d'éleveurs bovins laitiers total de 5000. Cependant, plus que la mécanisation, c'est la vulgarisation et standardisation des pratiques autour de la traite (lavage et séchage des pis, extractions de premiers jets, trempage des trayons après la traite, nettoyage de la machine, des canalisations, des tanks etc..) et le réglage de la machine à traire qui va permettre de produire un lait plus régulier en qualité et quantité (Marnet, 2013). C'est ainsi qu'on s'est intéressé à diagnostiquer les conditions de la traite mécanique des vaches laitières chez les petits éleveurs et l'évaluation de l'impact de l'optimisation du réglage de la machine sur la qualité du lait et la santé mammaire.

2. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage et collecte des données

Une enquête a été menée sur 39 élevages bovins laitiers de petite et moyenne taille appartenant à la région de Nabeul au nord-est de la Tunisie. Le choix des éleveurs a été basé sur leur non adhérence au contrôle laitier ni bénéficiant d'un accompagnement technique par les services officiels. Tous les éleveurs choisis ont des vaches de race Frisonne Holstein et pratiquent la traite biquotidienne en pot trayeur. L'enquête a inclus un ensemble de questions sur la situation socioéconomique des petits éleveurs visités, la conduite de l'élevage, les pratiques de traite et l'état de la machine à traire.

Le système d'élevage est hors sol, caractérisé par des ressources fourragères limitées, à cause de non-disponibilité, l'insuffisance et la mauvaise qualité des ressources hydriques. Un total de 121 vaches a été contrôlé durant 4 passages. Lors de la première visite, on a recueilli les informations relatives à l'éleveur, la conduite de l'élevage et les pratiques de traite (conduite et équipements). Une deuxième visite a eu pour objet le diagnostic du paramétrage des machines à traire. La conformité technologique a été vérifiée en s'appuyant sur les normes de fonctionnement (AFNOR). Deux autres visites de 15 jours d'intervalle ont été effectuées après l'ajustement des machines à traire. Durant les 4 passages, des échantillons du lait individuel ont été prélevés après une traite totale des vaches. Deux échantillons par animal avant l'ajustement de la machine et deux autres après le réglage à 15 jours d'intervalle. Des échantillons de 30 ml contenant du bichromate de potassium ont été collectés et conservés à 4°C. L'analyse des échantillons a été effectuée au laboratoire du service de contrôle laitier de la Direction d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet, Tunisie pour la détermination du taux de matière protéique (MP), le taux de matière grasse (MG) et le comptage des cellules somatiques dans le lait (CCS) à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic 4000.

2.2. Diagnostic des machines à traire

L'état des machines à traire sur le plan conception, fonctionnement et entretien a été apprécié en se basant sur des observations visuelles des machines à traire lors des suivis des chantiers de traite. Le paramétrage de la machine à traire a été testé par un pulsographe (Pulsatorstester PT-V, ATV-AGRI, Pays bas, 2012). Le pulsographe permet d'afficher en temps réel le niveau de vide, la fréquence de pulsation, le rapport de pulsation de la machine.

2.3. Estimation des pertes en lait liées aux CCS élevé

Pour estimer les pertes quantitatives en production laitière, nous avons adopté la démarche normative. Le modèle choisi est celui adopté par plusieurs auteurs (Raguet, 1996 ; Mtaallah et al., 2002 ; Hanzen, 2015 ; M'sadak et al., 2015).

$$\text{Perte (\%)} = [(\text{CCS} - 200\ 000) / 100\ 000] \times 0,02 \times 100$$

Cette formule signifie qu'au delà de 200 000 cell/ml de lait, il y a perte en lait de 2 % par tranche de 100 000 cellules.

2.3. Analyses statistiques

Les données ont été statistiquement traitées par la procédure MIXED du logiciel SAS (SAS version 9.0, SAS Inst. Inc, Cary, NC) afin d'étudier l'impact de l'ajustement de la machine de traite sur la qualité du lait et le comptage des cellules somatiques suivant le modèle :

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + V_j + R_k + e_{ijk}$$

Avec :

Y_{ijk} : Paramètre de qualité du lait (MG, MP, CCS).

μ : moyenne générale

E_i : effet de l'ième élevage

V_j : effet du jème vache

R_k : effet du kéme réglage

e_{ijk} : erreur résiduelle

La procédure FREQ a été utilisée afin d'évaluer les résultats de l'enquête. Les résultats sont présentés en moyenne \pm écart type.

3. Résultats et discussion

3.1. Diagnostique des conditions de l'élevage

3.1.1. Profils des éleveurs

Un premier travail de caractérisation des éleveurs enquêtés a montré que la moyenne d'âge des éleveurs visités est de 45,6 \pm 12,7 ans, soit de 23 à 70 ans. Seulement 11,43% des éleveurs ont un niveau d'éducation supérieur au baccalauréat ou ont suivi une formation spécialisée. Le reste représenté par 42,86 et 45,71% ont respectivement un niveau d'éducation primaire et secondaire. Presque la totalité de ces éleveurs pratiquent l'élevage comme activité principale. D'où l'importance de l'assistance technique et de l'accompagnement fourni par les services officiels afin d'aider ces éleveurs à maîtriser la technique de traite mécanique et améliorer par conséquent, la productivité des petits élevages répondus dans la région du nord-est de la Tunisie.

3.1.2. Conduite de l'élevage

Le système d'élevage dominant dans la région étudiée est du type intensif hors sol. La ration distribuée est constituée essentiellement d'une part de verdure, du foin d'avoine et de la paille avec du concentré pour vache laitière (VL 7). Les proportions de la ration varient d'un éleveur à un autre. La quasi-totalité des éleveurs visités (95%) ne font pas recourir à un suivi sanitaire régulier de leurs vaches sauf en cas de besoins faute de moyen et d'encadrement. La typologie des troupeaux visités est représentée dans le tableau 1. Environ 77% des éleveurs questionnés ont moins de 10 vaches. Ces types d'élevage (petits et moyen élevage de vache laitière conduit en hors sol) sont très répondus dans les zones côtières de la Tunisie et contribuent par une grande part de la production laitière nationale (M'Sadak et al., 2015). A l'échelle nationale, d'après le rapport LACTIMED (2013), environ 94% des éleveurs bovins laitiers sont des petits éleveurs et possèdent moins de 10 vaches, 83% ont moins de 5 vaches et 69% ont moins de 3 vaches. Lors des visites, une appréciation visuelle de l'état corporel des vaches a été réalisée. Il s'avère que la plupart des vaches ont un moyen à bon état corporel. Environ 75% des vaches présentes sont en lactation et la production laitière individuelle varie de 11,3 à 30 l/jour avec une moyenne de 18,5 l/jour.

Tableau 1. Typologie des troupeaux visités.

Paramètre	Moyenne
Effectif moyen	7,6± 5,03
Classe effectif <10 têtes	76,92 %
10<>20 têtes	17,95 %
>20 têtes	5,13 %
Etat corporel	Moyen 48,72 %
	Bon 51,28 %
Vache en lactation	5,2± 2,27
% lactation	74,77
Production laitière (l/vache)	18,5± 4,11

3.1.3. Conduite de traite

Le tableau 2 regroupe les routines et les pratiques de traite appliquées par les éleveurs. La totalité des éleveurs enquêtés opte à la traite mécanique par chariots trayeur deux fois / jour. La traite est souvent pratiquée par un seul trayeur (64,1%) dont 12% seulement sont des femmes, mais dans 35,9% des cas différents manipulateurs font la traite. Au sein de l'élevage, les femmes sont responsables surtout du lavage des machines et de la préparation à la traite. D'après Ruegg et al. (2006), le changement du trayeur affecte négativement la vidange mammaire et l'efficacité de la traite. En effet, l'animal est sensible au changement de la routine de traite dont le facteur humain fait partie. Tout changement pourrait éventuellement bloquer le réflexe d'éjection du lait et par conséquent diminuer la quantité du lait extraite par la machine. A l'exception d'un seul éleveur, personne n'utilisait une tenue réservée à la traite.

Tableau 2. Routine et pratiques de traite adoptées par les éleveurs enquêtés.

Paramètre	Niveau	Proportion (%)
Fréquence de traite	1 fois	0%
	2 fois	100%
Trayeur	Homme	56,41
	Femme	7,69
	Plusieurs	35,90
Egouttage manuel	Oui	43,59
	Non	56,41
Egouttage machine	Oui	53,86
	Non	46,15

Le Tableau 2 révèle que 54% des éleveurs enquêtés effectuent un égouttage machine et 44% l'associes à un égouttage manuel. M'sadak et al. (2015) ont montré que cette pratique est réalisée par la quasi-totalité des éleveurs dans la région du Sahel. Ceci est expliqué par une mauvaise vidange mammaire et des pratiques de traite qui nécessite une révision. En effet, une machine à traire défectueuse ou mal réglée ne permet pas une vidange complète de la mamelle, entraînant ainsi des risques accrus des infections mammaires. D'autre part, Mtaallah et al. (2002) ont remarqué que les élevages où on pratique l'égouttage ont un lait de meilleure qualité cellulaire que ceux qui ne le pratiquent pas (554 103±458 103 cell/ml contre 638 103±428 103 cell/ml). La moyenne de la durée de traite par troupeau est de 47,8±26,3 min et 9,4min ± 3 par vache. Cette valeur englobe à la fois la préparation de la mamelle, la stimulation des trayons, la distribution des rations... L'intervalle moyen de séparation entre deux traites consécutives marque une moyenne de 11,1 ±1 heure.

3.2. Diagnostic des équipements de traite

3.2.1. Caractéristiques des machines à traire

L'évaluation des machines à traire contrôlées a révélé que la plupart des petits éleveurs utilise des machines usées âgée de 6,5 ans en moyenne dévoilant ainsi un matériel très usé tendant vers le vieillissement. Ceci incite à tenir en compte le vieillissement des équipements et penser à leur renouvellement et leur entretien périodique. Hanzen et Pulvinage (2008) ont confirmé qu'un bon entretien et une utilisation raisonnée des machines à traire servent à allonger leur durée de vie. Ces observations concordent avec celle enregistrées par M'sadak et al. (2014), qui ont trouvé que seulement 24% des machines utilisées ont un âge inférieur à 3 ans. De même, l'appréciation visuelle de l'état de la machine à traire (Figure 1) a montré que 38% des machines sont en mauvais état et nécessitent l'entretien et le renouvellement de l'équipement. Un total de 55% des manchons sont considérés en mauvais état, dont 15% des manchons sont fissurés et inaptes à la traite. De tels manchons sont associés à des lésions et congestions des trayons augmentant ainsi, les risques des mammites (Mein 2001).

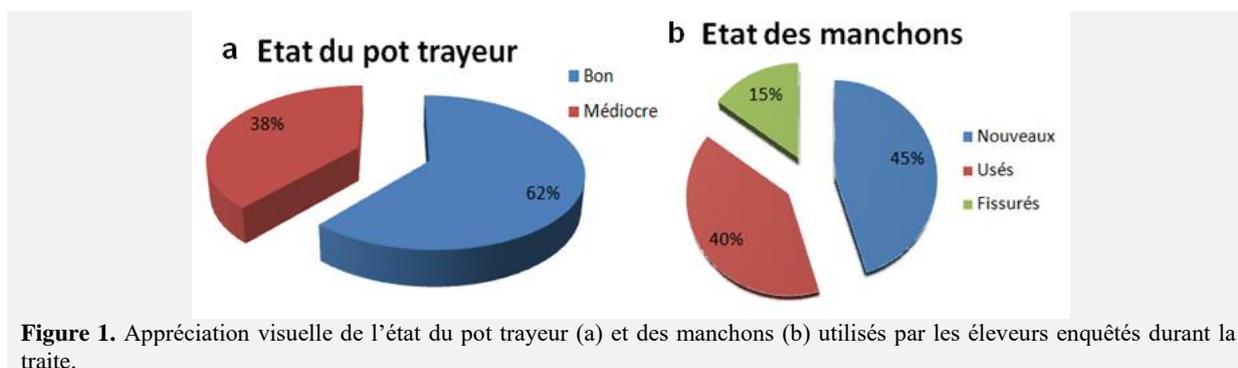


Figure 1. Appréciation visuelle de l'état du pot trayeur (a) et des manchons (b) utilisés par les éleveurs enquêtés durant la traite.

Les visites effectuées aux chantiers de traite ont révélé l'utilisation de plusieurs marques de machine de différentes origines. Il semble que le choix des machines à traire est basé essentiellement sur la disponibilité sur le marché et la facilité d'occurrence des pièces de rechange. D'autre part, les centres de collecte jouent la plupart du temps le rôle d'intermédiaire en fournissant le matériel de traite et plusieurs autres services autres que la collecte du lait. Une étude réalisée par M'sadak et al. (2015) a montré que la plupart des éleveurs de la région du Sahel optent à l'utilisation des chariots-trayeurs de marque d'origine Italienne et Turque.

3.2.2. Diagnostique du fonctionnement des machine à traire

Le Tableau 3 dévoile que seulement 20,5% des machines à traire ont un vide conforme aux normes. Cette valeur corrobore avec les résultats annoncés par M'sadek et al (2010) d'une étude effectuée dans la région de Mahdia. Des niveaux de vide très faible allant de 20,7 à 38 kPa ont été enregistrés. A des niveaux assez faibles de vide, le temps de traite se prolonge, la fréquence de glissement des gobelets trayeurs augmente et le débit d'émission du lait chute. Néanmoins, les niveaux faibles de vide n'ont aucun effet sur les conditions des trayons ni sur la santé mammaire (Rasmusen et Madsen, 2000). D'autre part, 53,65% des machines testées ont révélé un niveau de vide supérieur à 48 kPa, avec des valeurs allant jusqu'à 64,1 kPa. De tels niveaux de vide ont été associés à des traumatismes du trayon et à l'augmentation de prévalence des mammites. En effet, Hamann et al. (1993) ont montré que l'augmentation du niveau de vide s'est traduite par une augmentation de l'épaisseur du mur du trayon et sa congestion. Mein et al. (2003) ont rapporté que l'augmentation du niveau de vide se traduit par des changements histologiques au niveau du trayon causant sa dilatation et sa congestion. Gleeson et al. (2004) ont montré que le diamètre du trayon mesuré par échographie, augmente à des niveaux de vide élevés (50 kPa) et cette augmentation persiste jusqu'à 15 min après la traite.

Il s'avère que le contrôle du réglage des machines à traire est une pratique très limitée chez les petits éleveurs laitiers en Tunisie. Les résultats trouvés durant ce travail sont similaires à ceux trouvés par HajMbarek et M'sadek (2014) chez les éleveurs de la région de Sousse. Ils ont trouvé que seulement 11% des machines testées sont dans les normes, contre 54% des machines fonctionnent avec un niveau de vide supérieur 47 kPa.

Tableau 3. Paramètres de fonctionnement des machines à traire

	Norme	Classe de niveau	Pourcentage (%)
Niveau de vide (kPa)	42 – 45	< 38	17,95
		38 à 42	7,69
		42 à 48	20,51
		>48	53,85
		< 50	15,38
Fréquence de pulsation (cpm)	55 – 60	50 à 65	43,59
		66 à 90	28,21
		> 100	12,82
		< 55	10,26
Rapport de pulsation (%)	55 – 60	55 – 60	71,79
		> 60	17,95
		En panne	43,59
Manomètre		Douteux	41,03
		Bon état	15,38

Un pourcentage de 43,59 % des machines testées aient une fréquence de pulsation conforme à la norme, alors qu'environ 12,82% ont une fréquence trop élevée (> 100cpm). Les éleveurs cherchent toujours à utiliser une fréquence de pulsation élevée afin de diminuer le temps de traite même si ce

paramètre pourrait avoir un effet néfaste sur l'état sanitaire de la mamelle tel qu'il est signé par Billon et Gaudin (2008). Les réglages des pulsateurs, notamment la durée des différentes phases et le ratio succion / massage (rapport de traite), ont un impact considérable sur la congestion des trayons et la stimulation du réflexe d'éjection du lait (Hamann et Mein, 1996). Le rapport de pulsation est en normes pour la plupart des machines testées (71,79%) alors qu'il est réduit pour environ 10,26%. Cette diminution fait augmenter la durée de traite, avec un risque de traite gênante. Son augmentation provoque aussi le risque de mammite (M'Sadak, 2010). Environ 18% des machines testées ont un rapport de pulsation élevé provoquant ainsi une traite défectueuse et augmente le risque des mammites par l'apparition des anneaux de compressions et les lésions des trayons (HajMbarek et M'sadek, 2014). C'est ainsi que Billon (2004) et M'Sadak (2010) recommandent un rapport de pulsation compris entre 55 et 65% semble être le meilleur compromis entre la rapidité de traite et l'état sanitaire de la mamelle. Dans le même cadre, l'évaluation du manomètre permet de révéler que son aiguille n'affichait pas zéro en arrêtant la machine (position normale) dans 35,9 % des cas. De même, l'inspection visuelle du manomètre révèle que ce dernier est défaillant dans 44% des cas et douteux pour 41% des cas. Seulement 15% des machines contrôlées avait des manomètres fiables permettant de contrôler les changements du niveau de vide. Il est ainsi, fortement recommandé que les éleveurs veillent sur l'entretien de différentes composantes de la machine à traire.

3.3. Impact de l'ajustement du réglage de la machine à traire sur de la qualité du lait

Les paramètres choisis pour l'évaluation de l'effet du réglage de la machine à traire sur la qualité du lait sont surtout la matière grasse et la matière protéique vu qu'ils sont les deux composés variant en fonction du degré de la vidange mammaire (Bruckmaier et Hilger 2001). En effet, la matière grasse représente un bon indicateur de l'efficacité de la traite vu que son taux augmente progressivement en fonction de la vidange mammaire. L'effet du réglage des machines à traire sur le taux de matière grasse et les protéines du lait sont illustrés dans le tableau 4.

Tableau 4. Effet du paramétrage de la machine à traire sur le taux de matière grasse (MG) et la matière protéique (MP) (%)

	n	Avant paramétrage	n	Après paramétrage
MG	238	2,86 ± 0,93 ^b	220	3,28 ± 0,98 ^a
MP	246	3,02 ± 0,40 ^a	238	2,87 ± 0,33 ^b

^{a,b}: Les moyennes sur la même ligne ayant des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 0,05$).

L'analyse statistique montre, une augmentation significative de la matière grasse dans le lait suite au réglage des machines à traire à des niveaux de vide et de pulsation recommandés. Ceci peut être expliqué par l'amélioration de la vidange mammaire et une meilleure stimulation d'éjection du lait. C'est-à-dire vider correctement la mamelle et récolter le maximum du lait alvéolaire ainsi résiduelle caractérisé par sa richesse en matière grasse. Hande et al.(2005) ont bien montré que la teneur en grasse augmente régulièrement à travers les fractions du lait passant du lait citernal, alvéolaire jusqu'au résiduel. Cette augmentation est bien en accord avec les résultats trouvés dans notre étude. A des niveaux faibles de vide la durée de la traite se prolonge et le débit du lait chute et par conséquence la vidange de la mamelle n'aurait pas complète (Rasmusen et Madsen, 2000). D'autre part, l'utilisation du vide élevé cause le traumatisme du trayon et une traite gênante et pourrait éventuellement gêner la stimulation de l'éjection du lait (Marnet, 2013). Notre étude a montré que 54% des machines testées fonctionnent avec un vide trop élevé, ceci cause le pincement de la zone d'attache du manchon à la mamelle ce qui bloque le flux du lait et augmente la fraction du lait d'égouttage. C'est ainsi que 54% des éleveurs pratiquent l'égouttage machine et 44% passent même à un égouttage manuel. Par contre, la fréquence de pulsation n'a pas d'effet sur la vidange mammaire mais surtout un effet physiologique de stimulation du réflexe d'éjection du lait tel qu'il est indiqué par Marnet et al. (1996).

Un résultat inattendu en ce qui concerne la variation de la matière protéique, une diminution significative est notée après l'optimisation du réglage. Cette diminution qui est toujours dans les normes supérieures à 2,8% peut être expliquée par la vidange complète de la mamelle. Hande et al. (2005) ont prouvé que le pourcentage de protéine diminue du lait citernal par rapport au lait résiduel passant par le lait alvéolaire. Leur étude était dans l'objectif d'effectuer la traite à plusieurs niveaux de vidange mammaire (25%, 50% et 75%) et ils ont trouvé que les protéines diminuent avec l'augmentation du pourcentage de vidange. Ces résultats sont aussi en accord avec celle de Linzell et Peaker, (1971) ce qui confirme bien les résultats de ce travail.

3.4. Effet du réglage des paramètres de la machine à traire sur le comptage des cellules somatiques dans le lait

Le CCS dans le lait représente un paramètre objectif permettant d'évaluer l'état sanitaire de la mamelle (Hand et al., 2012). L'évaluation de 246 échantillons de lait individuels a divulgué une moyenne assez élevée de $776 \cdot 10^3 \pm 1,2 \cdot 10^3$ cell/ml. Selon les normes rapportées par Noireterre (2006) cette moyenne indique un état de mammite subclinique latente. Suite à l'ajustement des machines à traire utilisées par le groupe d'éleveurs enquêté, le nombre de cellule dans le lait a chuté considérablement à $416 \cdot 10^3 \pm 0,7 \cdot 10^3$ cell/ml. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés dans des études ultérieurs montrant que l'augmentation de la fréquence des mammites n'est qu'une conséquence dumanque du contrôle périodique de la machine à traire (Lacombe, 1998 ; Faroult, 1990; M'Sadak et al., 2015). Cela se traduirait par une fréquence des mammites subcliniques réduite et une meilleure numération (Mtaallah et al., 2002). Une telle valeur est proche decelle donnée par Bartlett et al. (1990) qui est de $427 \cdot 10^3$ cell /ml.

Un niveau de vide trop élevé, des pulsateurs défectueux, des manchons usés ainsi que la sur traite ou l'arrachage des griffes sans coupures du vide en fin de traite, augmentent la sensibilité de la mamelle et diminuent également ses défenses ce qui se traduit par un CCS élevé (Gleeson et al., 2005). Une machine à traire non réglée en normes entraine l'érosion du trayon et l'hyperkératose ainsi une colonisation du canal du trayon par les bactéries pathogènes et les nouvelles infections tel qu'il est trouvé par Zeconni et al, (1992) ce qui justifie les résultats déjà trouvés.

Le tableau 5 indique la répartition du CCS moyen par élevage en fonction des classes prédéfinies par Noireterre (2006) et leur évolution suite à l'optimisation du réglage des machines à traire inspectées. Il ressort de ce tableau que l'ajustement des paramètres du vide et de pulsation des machines s'est traduit par une amélioration nette de la santé de la mamelle des vaches suivies. En effet, selon Noireterre (2006) le lait qualifié comme normal a passé de 7,69% à 30,77% des après optimisation des réglages des machines enquêtés. D'autre part, les mamelles considérées comme affectées par une mammite latente (CCS de 500 à $1000 \cdot 10^3$ cell/ml) ont diminué de 34,62% à 19,23%. Seulement 7,69% sont soupçonnées d'avoir des mammites cliniques (CCS > $1000 \cdot 10^3$ cell/ml) après le réglage.

Tableau 5. Répartition du CCS (moyenne par élevage) en fonction du paramétrage de la machine à traire

CCS (10^3 Cell./ml)	Avant réglage (%)	Après Réglage (%)
<200	7,69	30,77
200 – 500	30,77	42,31
500 – 1000	34,62	19,23
> 1000	26,92	7,69

Cette réduction du taux de cellules somatiques et l'amélioration de la qualité du lait n'est qu'une conséquence d'ajustement du niveau de vide et de pulsation garantissant, ainsi, une meilleure traite non douloureuse et complète. Ces résultats sont en accord avec ceux annoncés par Mtaallah et al., (2002) qui ont constaté une différence significative entre les moyennes des CCS des élevages qui contrôlent d'une façon annuelle leur machine à traire et de ceux qui ne réalisent pas ce contrôle sont respectivement $467 \cdot 10^3 \pm 204 \cdot 10^3$ cell/ml et $745 \cdot 10^3 \pm 512 \cdot 10^3$ cell/ml.

3.5. Estimation des pertes quantitatives en lait dues aux mammites subcliniques

L'évaluation des pertes en productions laitières dues aux numérations cellulaires élevées a fait l'objet de plusieurs travaux. Plusieurs modèles ont été proposés en fonction du matériel et des méthodes utilisés. De manière générale, on peut distinguer deux catégories de méthodes ; celles qui se basent sur le CCS individuel (Bartelett et al., 1990 ; Fabre et al., 1990) et celles qui utilisent le CCS du lait de tank pour évaluer le taux de cellules à l'échelle du troupeau (Emanuelson et Funke, 1991). Le tableau 6 représente l'évolution des CCS individuelle suite à l'optimisation du réglage de la machine à traire et l'estimation des pertes en lait associée au CCS élevé. Le modèle utilisé permet d'estimer les pertes en lait avec précision en fonction du CCS d'un lait de mélange des quatre quartiers d'une seule vache (Mtaallah., 2002).

Tableau 6. Répartition des CCS (par vache) et pertes en lait consécutives

CCS (10^3 Cell/ml)	Avant réglage de la machine			Après réglage de la machine		
	n	%	Perte /lactation (%)	n	%	Perte /lactation (%)
<200	31	25,2	0	56	46,28	0
200 – 500	40	32,52	2,5	42	34,71	2,7
500 – 1000	25	20,33	10,3	9	7,44	10,8
> 1000	27	21,95	43,3	14	11,57	20,9

Le lait étant considéré normal à un seuil de 200 000 cell/ml, les pertes ne sont estimées qu'à partir de 200 – 500 10³cell/ml (Raguet,1996). La production laitière moyenne du groupe investigué est de l'ordre de 5627 kg/lactation. Les pertes en lait moyennes estimées dans notre travail sont de l'ordre de 11,52% de la production du lait théorique attendu soit une perte moyenne de 648 kg /vache /lactation. Cette moyenne oscille entre des vaches avec 0% de perte et celles qui atteignent 43% de la production laitière théorique perdue. L'ajustement du niveau de vide et de pulsation de la machine à traire s'est traduit par amélioration nette du CCS dans le lait et par conséquence les pertes en lait se sont limitées. Après le réglage des machines les pertes en lait moyennes sont estimées à 4,32% seulement, soit 243 kg lait/ vache / lactation. Seulement 25% des vaches n'ont pas été touchées par la perte en lait avant le l'intervention sur les machines à traire, contre 46% après l'ajustement du réglage. D'où l'importance du contrôle et l'entretien périodique du matériel de traite. L'action d'assistance et d'encadrement fournie par les services officiels au profit des petits et moyens éleveurs des vaches laitières s'avère déterminante pour garantir une meilleure production et préserver la santé de la mamelle. Ces actions ont des retombés économiques importants sur la quantité et la qualité du lait produit mais aussi sur la santé de la mamelle. En effet, l'entretien du matériel de traite, le respect d'une bonne routine de traite et l'application des pratiques adéquates permettent de prévenir les mammites cliniques et subcliniques qui à leurs tours impliquent des pertes économiques et l'usage des antibiotiques. Les résultats trouvés dans notre travail sont nettement inférieurs à ceux rapportés par M'sadak et al. (2015) dans le cas des élevages bovins de la région du sahel tunisien, bien que la méthode d'estimation des pertes adoptée soit la même. Toutefois, nos résultats restent élevés comparé à ceux trouvés par Mtaallah et al. (2002) qui ont estimé une perte moyenne de 524 kg par vache et par an dans certains élevages du nord de la Tunisie. Quoique ce soit la méthode d'estimation des pertes théoriques en lait, les valeurs annoncées restent quantitativement importantes et justifient l'ensemble des interventions réalisées et qui restent encore limitées. L'application d'un programme de lutte contre les mammites subcliniques s'avère indispensable afin d'améliorer à la fois la quantité et la qualité du lait produit mais aussi le bien être des animaux.

4. Conclusion

Cette étude, réalisée chez des petits et moyens éleveurs de vache laitière conduite entièrement en hors sol dans la région de Nabeul, a permis de confirmer l'importance du contrôle et de maintenance du fonctionnement des machines à traire sur la qualité du lait et la santé mammaire. Les visites réalisées ont révélé que seulement 20% des machines à traire sont réglée à un niveau de vide adéquat et 43% à une fréquence de pulsation correcte. Ceci s'est traduit par une mauvaise vidange mammaire décelée par un taux de matière grasse faible et une pression sur le trayon et la mamelle interprété par un taux CCS trop élevé. L'ajustement du réglage des machines défectueuses s'est traduit par une augmentation significative du taux de matière grasse de $2,86 \pm 0,93\%$ à $3,28 \pm 0,98\%$ et une amélioration nette du taux des cellules somatiques dans le lait qui passe de $776 \cdot 10^3$ à $416 \cdot 10^3$ cell/ml en moyenne. Il s'avère, ainsi, qu'un plan de maîtrise des mammites bovines à l'échelle nationale, particulièrement pour les petits et moyens troupeaux utilisant des pots trayeurs incluant, entre autres, un contrôle périodique des machines à traire, est indispensable afin de diminuer la concentration en cellules somatiques du lait et éviter des pertes éventuelles du lait.

5. Références

- Araba A, (2006)** L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. MADRPM/DERD, 142: Juillet 2006, 4 p.
- Bartlett PC, Miller GY, Anderson CR, Kirk JH (1990)** Milk production and somatic cell count in michigan dairy herds. J Dairy Sci **73** : 2794-2800.
- Ben Salem M, Bouraoui R, Chebbi I (2007)** Étude des tendances de la longévité et des paramètres de reproduction chez la vache Holstein. Actes Renc Rech Rum 14 : 371.
- Billon P (2004)** Machines à traire et mammites : comment interpréter les contrôles et les observations pour mieux conseiller les éleveurs. In : Actes Journées nationales GTV, Tours, France, 29-31 mai 2002, 833-839.
- Billon P, Gaudin V (2008)** Quels réglages pour quelle machine à traire ? Institut de l'Elevage et Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique, 2008, 7 p.
- Bousselmi K, Djemali M, Bedhif S, Hamrouni A (2010)** Facteurs de variation des taux de matière grasse et protéique du lait de vache de race Holstein en Tunisie. Actes Renc Rech Rum 17:399.

- Bruckmaier RM, Hilger M, (2001)** Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *J Dairy Res* 68: 369–376.
- Emanuelson ULF, Funke H (1991)** Effect of milk yield on relationship bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. *JDairy Sci* 74 : 2479-2483.
- Fabre JM, Rouse 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* 141, (5) : 361-368.
- Faroult B (1990)** Assistance à la traite et visite qualité du lait. *Bull G.T.V.*, 353 : 25-39.
- Gauchot JY (1993)** Machine à traire et hygiène de la mamelle. Approche pratique. Thèse Toulouse, n°102. 96 p.
- Gleeson DE, O’Callaghan EJ, Meaney WJ, Rath MV (2005)** Effect of two milking systems on the milking characteristics, teat tissue changes and new infection rate of dairy cows. *Anim Res* 54: 259 – 267.
- Gleeson DE, O’Callaghan EJ, Rath MV (2004)** Effect of liner design, pulsator setting and vacuum level on bovine teat tissue changes and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal* 57 (5) 289 – 296.
- 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 J Arid Environment* 4 (1): 26-38.
- Hamann J, Mein GA, (1996)** Teat thickness changes may provide biological test for effective pulsation. *J Dairy Res* 63, pp. 179-189.
- Hamann J, Mein GA, Wetzel S (1993)** Teat tissue reactions to milking: effects of vacuum level. *J Dairy Sci* 76:1040-1046.
- Hammami M, Bouraoui R, Lahmar M, Selmi H (2013)** L’élevage bovin laitier hors sol dans le sahel tunisien (Cas de la région de Sousse). *LivestockResearch for Rural Development* 25 (4).
- Hand KJ, Godkinet A, Kelton DF (2012)** Milk production and somatic cell count. *J Dairy Sci.* 95, 1358-1362.
- Hanzen CH, Pluvinage P (2008)** Pathologie infectieuse de la glande mammaire : Facteurs d’élevage. Université de Liège, Belgique, 2008, 30 p.
- Lacombe JF, (1990).** Machines à traire, mammites et vétérinaires praticiens. *Bulletin des G.T.V.*, 5B pp. 9-24
- Linzell JL, Peaker M (1971)** The permeability of mammary ducts. *J of Physiology*,216: 701–716.
- M’Sadak Y, HajMbarek R, Mighri L, (2015)** Étude de la situation sanitaire mammaire et estimation des pertes quantitatives en lait en élevage bovin hors sol dans le sahel tunisien. *J new sci, Agriculture and Biotechnology*, 19 (10) : 773-779.
- M’Sadak Y, Mighri L, Kraiem K (2010)** Effet des conditions de traite sur la santé mammaire des vaches laitières et estimation des pertes en lait consécutives dans la région de Mahdia en Tunisie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 63: 35-39.
- Marnet PG, (2013)** Milking procedures and facilities. In: *Milk and dairy product in human nutrition: production composition and health*. Ed. Young W. Park and George F.W. Haenlein. Published by John Wiley & Sons, Ltd.
- Marnet PG, Combaud JF, Le Du J, Dano Y (1996)** Effect of pulsation rate and vacuum level on oxytocin release, milk parameters and teat end reaction. *Proceedings of Symposium on Milk Synthesis, Secretion and Removal in Ruminants*, Berne, Switzerland, April 26–27 (1996), p. 114.
- Mein G, Reinemann D, O’Callaghan E, Ohnstad I (2003)** Where the rubber meets the teat and what happens to milking characteristics. In: *IDF symposium: 100 years with Liners and Pulsators*, Sept 2003. World Dairy Summit & Centenary, Bruges, Belgium.
- Mein GA (2001)** Evaluation of Bovine Teat Condition in Commercial Dairy Herds: Non-infectious Factors, *Proceedings of 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality*, Vancouver, BC, Canada, 13th–15th September, 2001: 347– 351.

- 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.
- 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.
- Raguet Y (1996)** Qualité du lait : nouveaux services en élevages laitier. Résolution d'un problème complexe de cellules (2ème partie). *Bulletin G.T.V.*, 4, B, 528, 5-42.
- Rasmussen M.D., Madsen N.P., (2000)**. Effects of milking vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *Journal of Dairy Science*, 83: 77–84.
- Ruegg P, (2006)** The Seven Habits of Highly Successful Milking Routines. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 18:317-326.
- Zecconi A, Hamann J, Bronco V, Ruffo G (1992)** Machine-induced teat tissue reactions and infection risk in dairy herd free of contagious mastitis pathogens, *J Dairy Res* 59 (3), 265-271.