



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



Évaluation comparée des conditions d'élevage et de traite chez deux grands troupeaux bovins en milieu semi-aride (Tunisie littorale)
Comparative assessment of breeding and milking conditions in two large cattle herds in semi-arid areas (coastal Tunisia)

Youssef M'SADAK^(1*) et Ibtihel HAMED

⁽¹⁾ Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Sousse - Tunisie

^(1*) E-mail: msadak.youssef@yahoo.fr

ARTICLE INFO

Reçu : 21/03/2016

Accepté : 15/07/2106

Mots Clés :

Vache laitière,
Conditions d'élevage,
Pratiques de traite,
Hygiène de traite,
Machine à traire, Tunisie littorale semi-aride.

Key words:

Dairy Cow, Breeding conditions, milking practices, milking hygiene, milking machine, semi-arid coastal Tunisia.

RÉSUMÉ

L'objectif de cette investigation consiste à apprécier les conditions d'élevage et de traite dans les deux grandes exploitations bovines laitières de la région de Sousse (Tunisie). A cet effet, 154 vaches en lactation, de race Frisonne Holstein, menées en milieu littoral semi-aride, ont été suivies. Le type de stabulation adoptée est l'aire paillée dans les deux cas, avec paillage trop insuffisant dans une stabulation et insuffisant dans l'autre. Concernant les pratiques de traite, elles s'écartent souvent des bonnes pratiques hygiéniques et techniques pour certaines actions réalisées, comme la méthode d'élimination des premiers jets de lait et la désinfection des trayons après traite, avec une efficacité technique pratique des trayeurs assez insuffisante. L'étude des paramètres de fonctionnement des machines à traire (MAT) des vaches a dévoilé notamment que le niveau de vide (NV), la fréquence de pulsation (FP) et le rapport de pulsation (RP) sont non adéquats aux normes dans respectivement 59%, 45% et 23% des cas. Sur le plan hygiénique, il a été révélé que les paramètres de nettoyage automatique des MAT suivies sont généralement respectés (surtout température et temps de circulation de la solution de lavage) et que l'état général des manchons-trayeurs, tuyauteries et joints est, dans l'ensemble, entre moyen et mauvais.

Abstract

The purpose of this investigation is to value the conditions of breeding and milking in both large dairy farms of the region of Sousse (Tunisia). For this purpose, 154 lactating cows, Friesian Holstein, conducted in the semi-arid coastal area, were followed. The stabling type adopted in both cases is the straw area, with too insufficient straw-mulching in one and inadequate in the other one. Regarding milking practices, they are often deviated from good hygienic and technical practices in certain actions performed, as the method of the elimination of the first milk jets and the sanitizing teats after milking, with quite enough practical and technical efficiency of milkers. The study of the operating parameters of cows' milking machine (MAT) revealed especially that the vacuum level (NV), the frequency of pulsation (PF) and the pulsation ratio (RP) are inadequate to the standards respectively 59%, 45% and 23% of cases. At the hygienically level, it was revealed that the automatic cleaning MAT parameters followed are generally respected (especially temperature and circulation time of the washing solution) and the general condition of the teat cup liners, pipelines and seals is, overall, between average and bad.

1. Introduction

En Tunisie, l'élevage laitier a connu durant les trois dernières décennies un développement rapide et a pu malgré, les contraintes du milieu naturel et la relative inexpérience des éleveurs, adapter ses productions en les diversifiant, pour répondre au mieux aux besoins d'un marché interne en pleine évolution (Kammoun, 2011). Avant 1992, le secteur laitier posait de problèmes à plusieurs niveaux, quoique l'objectif d'atteindre l'autosuffisance en lait, qui était initialement proposé pour 2011, a été atteint en 1999-2000. La filière laitière a réussi à réaliser l'autosuffisance en lait UHT depuis 1999, et à partir de 2000, un excédent structurel a permis une exportation du lait de boisson et le séchage du lait. Cependant, l'aspect qualité du lait a demeuré défaillant (PROMET, 2008 ; M'Sadak *et al*, 2014a ; M'Sadak *et al*, 2014b ; M'Sadak *et al*, 2014c ; M'Sadak *et al*, 2015a ; M'Sadak *et al*, 2016).

La mammite est considérée comme l'une des pathologies les plus importantes, fréquentes et coûteuses affectant les vaches laitières (Bradley, 2002 ; Boutet *et al*, 2005), et la plus pénalisante pour les élevages laitiers (Remy, 2010). Elle se traduit le plus souvent sous forme inapparente, sans symptôme, ni altération visible du lait (Boufaïda-Asnourne *et al*, 2012). Cette pathologie multifactorielle représente un trouble majeur chez la vache laitière, affectant la qualité du lait et le bien-être animal.

Dans tous les troupeaux bovins laitiers, chaque année, un nombre plus ou moins important des vaches laitières est touché par des mammites particulièrement de traite (M'Sadak *et al*, 2010a ; M'Sadak *et al*, 2012 ; M'Sadak *et al*, 2015b). L'influence de la traite et de la machine à traire sur les infections mammaires des vaches laitières est aujourd'hui bien connue. Un bon réglage et un entretien rigoureux sont indispensables pour garantir une bonne traite. Une machine à traire doit permettre d'assurer une traite complète, efficace, de qualité et un lavage adapté (Jaudon, 2009).

Dans ce cadre, la présente étude se propose, en premier lieu, d'évaluer la situation des conditions générales d'élevage, et en second lieu, de mener une description et une analyse de l'état des lieux des conditions hygiéniques, techniques et technologiques de traite chez deux grandes exploitations bovines conduites en milieu littoral semi-aride de la Tunisie.

2. Matériel et méthodes

Le travail entrepris s'est intéressé à deux grands élevages bovins laitiers appartenant à deux zones voisines du gouvernorat de Sousse, région relevant du Sahel Tunisien (Figure 1). La première est une exploitation privée de Mohamed Gloulou, située à Sidi Bou Ali (Ferme 1) et la deuxième est une exploitation étatique (Agro-combinat Enfidha) relevant de l'Office des Terres Domaniales (Ferme 2). L'investigation a été accomplie sur deux troupeaux inscrits au contrôle laitier regroupant dans l'ensemble 185 vaches présentes (VP) et 154 vaches en lactation (VL), durant une période de 8 mois étalée de Novembre 2012 à Juin 2013. La race élevée étant Frisonne Holstein. La traite étant tri-quotidienne (matin, après-midi et soir), en ayant recours au système en salle respectivement du type lactoduc en ligne haute simple rangée (Ferme 1) et du type lactoduc en ligne intermédiaire double rangée en épi (Ferme 2). Dans les deux cas, le système de nettoyage adopté fait appel au mode automatique (gestion par programmateur de lavage).

La Ferme 1 pratique le système d'élevage hors sol, déterminé par l'insuffisance des ressources fourragères, à cause des ressources en eau généralement limitées tant quantitativement que qualitativement (milieu littoral semi-aride). La Ferme 2, disposant des ressources et des infrastructures hydrauliques, fait appel à l'agriculture irriguée, tout en adoptant ainsi le système d'élevage intensif intégré, caractérisé par une alimentation à base de l'affouragement en vert et de l'ensilage.

L'évaluation des conditions de traite a été accomplie, à partir des informations recueillies concernant les exploitations et les conditions d'élevage et de traite, en ayant recours à des visites périodiques aux deux élevages retenus. En effet, il s'agit notamment d'un suivi des pratiques de traite (matériel, technique et hygiène). On a observé l'organisation générale de la traite, les différentes pratiques de traite (méthode de nettoyage et de désinfection des trayons, durée de la traite, organisation de la traite, ...). Les suivis techniques et hygiéniques des chantiers mécanisés de traite des vaches (pratiques et hygiène avant, pendant et après la traite) ont été réalisés au moins 8 fois durant la période d'étude pour chaque élevage étudié.

L'Efficacité Pratique des Trayeurs (EPT), rapportée par Dubreil (2005), a été appréciée en appliquant la formule ci-après.

$EPT = \frac{\text{Effectif des vaches} \times 60 \text{ mn}}{\text{Durée de traite (mn)} / \text{Nombre de trayeurs}}$

Ce paramètre technique s'exprime en vaches/h/trayeur.

En outre, l'évaluation des équipements de traite s'est intéressée aux différentes caractéristiques de l'installation de traite et de son entretien (nettoyage, état des tuyauteries, des manchons et des joints, ...). Aussi, on a accompli un testage partiel des installations de traite adoptées à l'aide du Testeur de Pulsateur

EXENDIS PT V, en relevant le vide de traite et les principaux paramètres de pulsation (fréquence, rapport et décalage).

Finalement, un suivi technique a été entrepris au niveau des chantiers de nettoyage automatisé du matériel de traite, afin d'apprécier les divers paramètres et la qualité du nettoyage pratiqué.

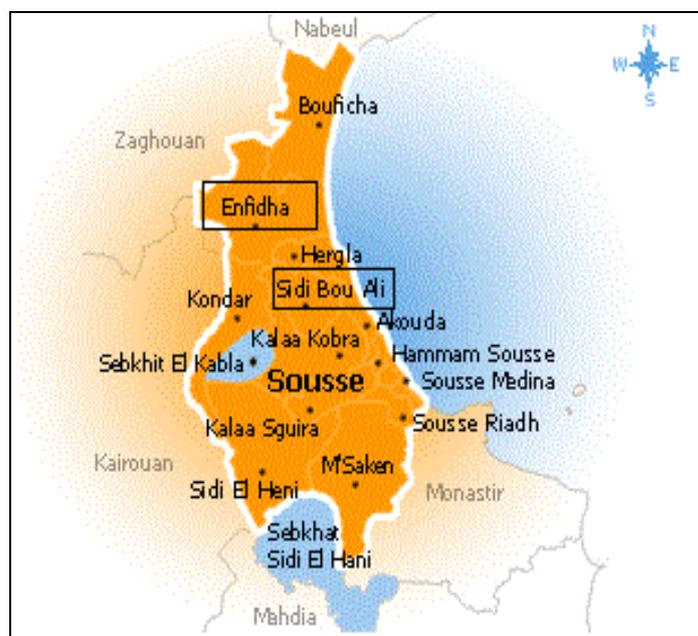


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

3. Résultats et discussion

Présentation générale des caractéristiques essentielles des vaches considérées

La distribution de deux élevages enquêtés est donnée dans le Tableau 1. Les vaches en production (VL) de la Ferme 1 renfermant un effectif de 54, en moyenne, se trouvent groupées dans un même lot, alors qu'à la Ferme 2, les 100 VL existantes sont réparties selon leur niveau de production en quatre groupes. Le premier groupe (Lot 1) est celui des hautes productrices (> 25 l), le Lot 2 renferme les vaches ayant une moyenne de production entre 20 et 25 l, le Lot 3 est celui des vaches produisant entre 15 et 20 l, et le dernier groupe (Lot 4) est celui des vaches qui produisent moins de 15 l.

Le Tableau 2, à caractère synthétique, indique la distribution des vaches considérées selon leurs productions laitières (PL), rang de lactation, moyenne de lactation et saison de vêlage. La moyenne des productions laitières par vache en lactation (VL), pour les deux Fermes, est presque la même. On remarque que, malgré la différence de conduite et d'effectif des primipares, la production laitière par vache est similaire. Aussi, pour la moyenne de lactation, on note la même marge par vache. On a observé que le cheptel de la Ferme 2 est, en grande partie, jeune avec 43 % des vaches primipares. Cette catégorie des vaches présente strictement le tiers dans la Ferme 1. Concernant la saison de vêlage, la plupart des vêlages se concentre durant la période froide (Automne et Hiver) avec un taux moyen de 61 % des mises-bas.

Tableau 1 : Répartition et caractéristiques de deux élevages suivis selon la zone d'étude

Ferme	Zone	Établissement	Production annuelle (l)	Contrôle laitier	VP*		VL*	
					Effectif	%	Effectif	%
1	Sidi Bou Ali	Privé	344 672	AT6	68	33,5	54	35
2	Enfidha	Étatique	748 509	B6	117	66,5	100	65
Total					185	100	154	100

* : Nombre moyen des Vaches Présentes (VP) et des Vaches en Lactation (VL) durant la période d'étude

Tableau 2 : Répartition des vaches selon des paramètres de production et de reproduction

Ferme	Niveau de production (l/VL/j)	Rang de lactation (%)		Moyenne de lactation	Saison de vêlage* (%)			
		Primipares	Multipares		H	P	E	A
1	19 ± 4	32	68	3 ± 2	37	22	23	18
2	19 ± 5	43	57	3 ± 2	30	14	23	33
Moyenne	19	39	61	3 ± 2	33	17	22	28

* H : Hiver ; P : Printemps ; E : Été ; A : Automne

Contexte général d'élevage pratiqué dans chaque ferme étudiée

Les principales conditions d'élevage sont évoquées dans le tableau 3. Les deux fermes enquêtées adoptent la stabulation libre (aire paillée). Selon les normes françaises, la surface conseillée pour le bien-être d'une vache laitière est de 6 m² (Bareille et al, 2003), alors que dans des conditions voisines, au Maroc, la norme est moins sévère. Pour les aires de couchage et d'exercice, la surface nécessaire par vache laitière est de, respectivement, 5 et 3 m² (Fellah Trade, 2011). Dans le cas de l'échantillon de l'étude, les surfaces réservées par vache sont acceptables par rapport aux exigences Françaises et conformes aux normes Marocaines. En fait, elles sont respectivement 6,6 m² et 4,7 m², dans les aires d'exercice, ainsi que les aires de couchage. Le taux d'occupation des étables montre une sous-exploitation pouvant être remaniée par l'extension des effectifs présents.

Afin de maintenir une propreté correcte des vaches et d'éviter une température excessive de la litière, la quantité de paille quotidienne optimale se situe autour de 1 kg à 1,2 kg par m² lorsque la surface d'aire paillée utile par vache est de 6 à 7 m² (Chambre d'Agriculture du Calvados, 2008 ; Thomelin, 2009). Dans le cas de la ferme 1, la quantité de paille distribuée par jour est trop insuffisante, alors que, pour l'autre ferme, la quantité disponible par m² est la moitié des quantités recommandées. Cette pratique a pour conséquence la réduction du confort des vaches, selon Adam (2007), car le béton est presque nu, donc la vache aura tendance à passer de plus longues périodes en position debout.

Le point ultime à évaluer concerne le drainage des effluents d'élevage. Les deux fermes ne disposent pas d'un système de drainage. Cependant, on ne trouve pas une stagnation du lisier dans l'aire de couchage, ni dans l'aire d'exercice, à la ferme 1, car la pratique du curage est journalière. Dans l'autre ferme, l'absence de drainage implique un problème majeur, à cause de stagnation des déjections liquides sous la litière. Par conséquent, la litière reste toujours humide, et avec le paillage insuffisant, elle représente une source de contamination et de transmission des mammites d'environnement (Coopérative de l'Ouest, 2007 ; Durand, 2010).

Tableau 3 : Conditions générales d'élevage des vaches considérées

Caractéristiques	Ferme	
	1-Gloulou	2-OTD Enfidha
Type de stabulation	Aire paillée	Aire paillée
Sol	Béton	Béton
État du sol	Régulier	Régulier
Surface Aire de couchage (m ²)	360	475
Surface Aire d'exercice (m ²)	360	460
État des abords des abreuvoirs	Bon	Mauvais
État des abords des râteliers	Bon	Bon
Propreté des circuits des animaux	Bonne	Mauvaise
Fréquence de paillage	1fois/jour	1 fois/2 jours
Quantité de paille distribuée par vache (kg/vache/j)	1,1	3,5
Quantité de paille distribuée par m ² (kg/m ² /j)	0,2	0,7
Fréquence de raclage (Aire bétonnée)	1fois/jour	1 fois/2 jours
Fréquence de curage (Aire paillée)	Journalière	Saisonnière
Drainage des effluents d'élevage	Non	Non

Diagnostique hygiénique et technique des pratiques de traite

Hygiène du lieu de traite et du trayeur

On a effectué au moins 8 visites de traite par ferme. A chaque visite, on a vérifié la propreté de la salle de traite et de la laiterie, ainsi que la propreté des trayeurs. A la Ferme 1, ainsi qu'à la Ferme 2, la laiterie était toujours

propre. On a aussi remarqué que les tanks à lait sont bien nettoyés, de l'intérieur vers l'extérieur avec un produit détergent alcalin, après chaque vidange, pour éviter toute contamination ultérieure du lait. Cette étape est nécessaire pour éliminer les résidus de lait présents sur les surfaces du tank, favorisant alors la formation des biofilms (Yoshida *et al*, 1998).

Le trayeur doit se laver les mains et les avant-bras avant de commencer la traite, pour assurer leur propreté et prévenir la contamination du lait. Il doit aussi porter des vêtements spécifiques lors de la traite avec des bottes propres et un tablier de traite (Thomas, 2007 ; Lelievre, 2012). Or, durant la période d'étude, on a remarqué que le trayeur de la Ferme 1 ne lave pas les mains avant traite, tout en utilisant la méthode de nettoyage à sec des mamelles (lavette collective sans mouillage). Mais, à la Ferme 2, la méthode de nettoyage des mamelles est avec de l'eau (douchette et/ou lavette collective). A cet égard, les trayeurs lavent les mains, quoique avec de l'eau seulement. Dans les deux cas, les trayeurs portent une tenue de traite dont l'état est très souvent malpropre. Dans d'autres élevages bovins laitiers de petite et de moyenne taille, situés dans la région de Monastir, 67% des trayeurs négligent l'importance du lavage des mains, ainsi que l'emploi d'une tenue spéciale de traite (M'Sadak *et al*, 2012).

Nombre et Efficacité Pratique des Trayeurs

Il convient de noter, que la Ferme 1 utilise un seul trayeur pour 10 unités de traite, alors que la Ferme 2 utilise deux trayeurs pour 12 unités de traite, et parfois il s'ajoute un troisième pour gérer surtout l'entrée et la sortie des vaches et le nettoyage du bloc traite après la traite. On constate que dans la Ferme 2, le nombre des vaches à nettoyer par trayeur est moindre. En effet, en appliquant la formule de l'Efficacité Pratique des Trayeurs (EPT), annoncée par (Dubreil, 2005), on a relevé que l'EPT à la Ferme 1 est de 37 vaches/h/trayeur, alors qu'à la Ferme 2, c'est 27 vaches/h/trayeur.

Pratiques hygiéniques et techniques avant la traite

Le tableau 4 résume les différentes pratiques anticipant la traite proprement dite.

La préparation à la traite débute par l'entrée des vaches dans la salle de traite après distribution de la ration de concentrés dans les mangeoires, à la Ferme 1. Par contre, cette pratique n'est pas adoptée à l'autre ferme. L'importance de la distribution d'aliments concentrés pendant la traite semble réduire le temps de traite, et augmenter le débit de lait et la vidange de la mamelle (Samuelsson *et al*, 1993). En fait, la consommation d'aliments concentrés pendant la traite permet sans doute une meilleure sécrétion d'ocytocine (Svennersten *et al*, 1995).

Le nettoyage des trayons avant la traite est l'une des étapes les plus importantes de l'opération de traite (Lévesque, 2003). Deux méthodes de nettoyage des mamelles, qui sont totalement différentes, ont été adoptées par les trayeurs dans les deux élevages suivis. Le trayeur de la Ferme 1 utilise la méthode de nettoyage à sec, donc le pis est toujours sec, contrairement aux trayeurs de la Ferme 2, qui optent pour la méthode de nettoyage avec l'eau. On a remarqué, durant les visites de traite, que généralement la mamelle reste mouillée avant la dépose du faisceau-trayeur. Ceci est dû à l'utilisation de la douchette suivie d'un essuyage, avec lavette collective, peu efficace dans 73% des cas. Notons que l'essuyage a été soigné à l'extrémité des trayons, en utilisant la méthode humide ou sèche.

Il convient également de signaler que les deux trayeurs de la Ferme 2, n'utilisent pas une seule méthode de nettoyage. On a constaté, qu'il y en a un qui utilise la douchette seulement, l'autre utilise seulement une lavette collective, et parfois les deux trayeurs utilisent le même moyen pour le nettoyage (douchette et/ou lavette collective), dans 27% des cas. La lavette collective utilisée, est imbibée dans l'eau seule pour toutes les vaches qui entrent dans la salle de traite. Aussi, la douchette est utilisée sans contrôle de débit d'eau (souvent pression forte pour les vaches avec gaspillage d'eau de lavage). Ces deux dernières méthodes de lavage des mamelles peuvent entraîner la transmission des germes responsables des mammites lors de la traite (Noireterre, 2006). Pour juger l'efficacité d'une méthode par rapport à l'autre, on s'est référé à plusieurs auteurs. Certains affirment que le nettoyage par une seule serviette sèche ne permet pas de bien laver les trayons. Car, même s'ils apparaissent propres, il y aura encore trop de bactéries. Il faut donc mouiller que les trayons. Si l'on mouille le pis, de l'eau sale peut dégoutter sur les trayons que l'on vient de laver, des bactéries peuvent contaminer le lait et éventuellement entrer dans les trayons (Lévesque, 2003). D'autres, affirment que le nettoyage du pis à sec vaut mieux que le nettoyage mouillé (Schweiz, 2010 ; Gouerec, 2011). Ainsi, il est préférable d'essuyer la mamelle après lavage pour éviter la chute des gouttelettes d'eau chargées de germes dans le lait lors de la traite. Dans le cas de la Ferme 1, l'essuyage est pratiqué dans 91% des suivis, mais avec une lavette collective sans désinfection entre vaches.

Au moment de la traite, la contamination est habituelle. Le lait d'une vache saine à la sortie du pis est pratiquement pur à l'exception des premiers jets, qui sont chargés de germes. Ils doivent être éliminés, car ils

sont souillés surtout lorsque la traite a lieu dans des conditions peu hygiéniques (Hugues & Guidicelli, 1994). Malgré l'importance de l'élimination, elle n'est pas pratiquée dans la Ferme 1. En fait, le trayeur élimine avec un tissu sec les souillures qui se trouvent à l'extrémité du pis et pose directement le faisceau-trayeur. Au niveau de la Ferme 2, dans la majorité des cas (64%), les trayeurs éliminent les premiers jets pour les vaches "douteuses". Deux bols à fond noir sont à leur disposition, mais la constatation majeure est que les deux trayeurs les utilisent rarement. Occasionnellement (dans 36% des cas), l'un utilise un bol à fond noir, et l'autre jette les premiers jets de lait sous les vaches. L'ignorance de l'importance de la pratique de l'élimination des premiers jets a été aussi constatée au niveau de plusieurs élevages bovins laitiers en Tunisie. En effet, Mtaallah et al (2002), M'Sadak et al (2010a) et M'Sadak et al (2012) ont dévoilé, dans différentes régions, que cette pratique n'est admise qu'au niveau d'une minorité des élevages considérés.

Tableau 4 : Pratiques et hygiène avant la traite

Pratiques précédant la traite		Ferme 1	Ferme 2
Nettoyage des mamelles	Mamelle mouillée	Non	Oui (82%) Non (18%)
	Nettoyage soigné à l'extrémité	Oui	Oui
	Méthode utilisée	Lavette collective	Lavette collective & Douchette (73%) Lavette collective (18%) Douchette (9%)
	Eau de lavage	Absente	Eau seule
	Essuyage des trayons	Absent	Lavette collective (91%) Absent (9%)
Élimination des premiers jets	Présence	Non	Oui (91%) Non (9%)
	Fréquence	.	Systématique (36%) Sélective (64%)
	Méthode utilisée	.	Sur les mains (45%) Bol à fond noir (19%) Sur les mains & Bol à fond noir (36%)

Pratiques hygiéniques et techniques durant la traite

Le tableau 5 montre les pratiques de traite qui suivent la préparation des vaches. Selon la vache, en fonction de son âge, du stade de lactation et de la quantité de lait, il faut compter 30 à 60 secondes avant la descente du lait (Kirchhofer, 2009). Donc, la pose du faisceau-trayeur immédiatement après préparation de la mamelle est conseillée. Cette règle est appliquée par le trayeur de la ferme 1 mais pas par les trayeurs de la ferme 2, qui préparent jusqu'à trois vaches avant la pose des gobelets-trayeurs. Cette pose était, dans les deux fermes, sans pénétration d'air.

L'égouttage permet de récolter plus de lait, mais les risques de circulation des germes par le phénomène d'impact sont importants (M'Sadak et al, 2012). Dans les élevages suivis, cette pratique est réalisée, dans la majorité des cas, mais elle est sélective dans la ferme 1 et systématique dans la ferme 2. Dans tous les cas, l'égouttage est effectué mécaniquement, comme dans plusieurs élevages en Tunisie. Par exemple, dans la région de Mahdia, 60% des éleveurs effectuent l'égouttage à la machine (M'Sadak et al, 2012). On rappelle que l'égouttage avec une pression manuelle sur la griffe du faisceau-trayeur prédispose trois fois plus aux infections mammaires que l'application d'un égouttage par une traite manuelle complémentaire (Hocine et al., 2011). Aussi, cette pratique ne doit pas dépasser les 30 s pour éviter la surtraite. Malgré cette directive, on a distingué que l'égouttage est relativement long, dans la ferme 2.

Lorsque la traite est terminée, le faisceau-trayeur peut se décrocher tout en douceur, sans infiltration d'air, en interrompant le système de vide sur la griffe, le faisceau glisse alors automatiquement sur le bras du trayeur (Lévesque, 2004 ; Kirchhofer, 2009). Durant la traite des vaches de la ferme 2, on a remarqué que l'un des trayeurs dépose le faisceau-trayeur après coupure de vide et l'autre il l'arrache. De ce fait, la moitié des vaches en lactation subissent une agression, à la fin de traite, qui est à l'origine des traumatismes des trayons.

Tableau 5 : Pratiques et hygiène pendant la traite

Pratiques lors de la traite		Ferme 1	Ferme 2
Pose des Gobelets-Trayeurs	Méthode	Directe	Indirecte
	Mode	Sans entrée d'air	Sans entrée d'air
Égouttage	Présence	Oui (73 %) Non (27 %)	Oui (91 %) Non (9 %)
	Fréquence (Majorité des vaches)	Sélectif	Systématique
	Durée	Bref	Long
	Mode	Sans entrée d'air	Sans entrée d'air
	Méthode utilisée	Machine	Machine
Dépose des Faisceaux-Trayeurs	Palpation du quartier en fin de traite	Non	Non
	Dépose après coupure de vide	Oui	Oui (50 %) Non (50 %)
	Sous-traite (globalement)	Non	Non
	Surtraite (globalement)	Non	Non
	Mode	Sans arrachage	Sans arrachage

Pratiques hygiéniques et techniques après la traite

La désinfection des trayons, doit être immédiate après dépose du faisceau-trayeur et doit recouvrir entièrement les trayons sur toute leur longueur. Elle est indispensable et efficace pour diminuer le risque de contamination et la transmission des organismes responsables des mammites contagieuses surtout après la traite, où le sphincter restera ouvert pour quelques mn (Hueston *et al*, 1990 ; Hutton *et al*, 1991 ; Coussi, 1992). La seule technique utilisée pour la désinfection des trayons après la traite, chez les deux élevages suivis, ainsi que d'autres élevages du Sahel Tunisien (M'Sadak *et al*, 2012), est le trempage des trayons dans une solution antiseptique. Cette pratique est encore sous-estimée par les trayeurs Tunisiens, même avec la présence du moyen de trempage à leur disposition, comme le cas de la Ferme 1 (0%) et parfois la Ferme 2 (45%), ainsi que d'autres fermes, où l'on a relevé que cette pratique est délaissée dans presque 40% des élevages (Mtaallah *et al*, 2002 ; M'Sadak *et al*, 2010a ; M'Sadak *et al*, 2010b). On a aussi constaté, que les trayeurs pratiquant la désinfection des trayons après la traite, semblent ignorer les exigences de cette pratique. En effet, deux qualités recherchées pour la désinfection sont loin d'être maîtrisées, à savoir : Désinfections non permanente et incomplète dans plus que la moitié des cas. En contrepartie, dans la région de Mahdia, la désinfection peut être qualifiée dans environ 60% des cas comme régulière et systématique (M'Sadak *et al*, 2012).

Les lavettes utilisées pour le nettoyage des trayons sont des lavettes collectives. Celles-ci doivent être nettoyées et désinfectées après chaque traite. Une mauvaise désinfection des lavettes représente un risque de contamination des vaches par les salmonelles lors de leur utilisation ultérieure (Lelievre, 2012). Pourtant, la désinfection des lavettes, dans les deux élevages de l'étude, est inexplorée.

En outre, on a noté que durant la traite, à la Ferme 2, les trayeurs nettoient le sol des urines et des bouses excrétées par les vaches, ainsi que les faisceaux-trayeurs par les douchettes (Tableau 6). Les faisceaux-trayeurs sont nettoyés, systématiquement, entre les traites, c'est-à-dire, entre deux vaches. A la Ferme 1, le sol n'est nettoyé qu'après fin de traite. Pour les faisceaux-trayeurs, on n'a pas observé que le trayeur les nettoie, ni durant, ni après la traite.

Après la traite, il faut veiller à ce que les vaches restent en position debout pendant la demi-heure qui suit la traite. Ainsi, le canal du trayon a le temps de se refermer totalement avant que la vache se couche (Kirchhofer, 2009 ; Devries *et al*, 2009). Or, on a constaté, d'après le tableau 6, que la probabilité de couchage des vaches ou non est approximativement égale à la Ferme 2, étant donné que les vaches ont tendance à rester debout (notamment litière inconfortable). Au niveau de la Ferme 1, généralement les vaches se sont habituées obligatoirement à ne pas se coucher, sur la litière, dans les 30 mn qui suivent la traite.

Tableau 6 : Pratiques et hygiène après la traite

Pratiques après la traite		Ferme 1	Ferme 2
Désinfection des trayons	Présence	Non	Oui (55%) Non (45%)
	Satisfaisant	-	Oui
	Fréquence	-	Systématique
	Produit utilisé	-	Complexe Actif d'Hydro-Acides
Désinfection des lavettes		Non	Non
Élimination des bouses lors de la traite		Non	Oui
Nettoyage Faisceaux-Trayeurs entre traites		Non	Oui
Nettoyage de la salle de traite		Oui	Oui
Couchage après traite	Dans les 30 mn après traite	Non	Oui (55%) Non (45%)
	Litière propre	Oui	Non

Diagnostique technique et technologique des installations de traite

Caractérisation technique et diagnostic visuel

Dans chaque ferme, une salle de traite est aménagée. L'installation de traite en salle de la Ferme 1, du type lactoduc en ligne haute, possède 10 stalles en simple rangée et 10 unités de traite (Double Équipement), alors que celle de la Ferme 2, du type lactoduc en ligne intermédiaire renferme 12 stalles disposées en V en double rangée (6V6) et 12 unités de traite (Double Équipement). Les particularités technologiques essentielles des installations de traite en salle, relevées à l'occasion des visites de traite, sont relatées dans le tableau 7.

Les deux installations sont considérées relativement vieilles, particulièrement, celle de la Ferme 1 âgée de 10 ans. Aussi, les différentes composantes sont majoritairement de la même marque que l'installation. Mais, il existe quelques anomalies en effectuant un examen primaire du moteur de l'installation. Afin de vérifier la conformité des puissances d'entraînement de la pompe à vide avec les normes de fonctionnement, il convient de lier la puissance minimale installée (P) avec le nombre de faisceaux-trayeurs (n). Ainsi, en appliquant la norme : $P \text{ (ch)} = 0,5 + 0,25 \times n$ (AFNOR, cité par M'Sadak, 2009), le tableau 7 dévoile que les puissances d'entraînement du moteur des deux installations sont conformes à la norme, avec 5,5 ch pour l'installation 1 et 6,0 ch pour l'installation 2. En se basant sur la norme de débit minimal Q exigé par la pompe à vide à 50 kPa, on peut déduire que les deux installations examinées sont conformes de point de vue capacité de la pompe à vide : $Q \text{ en l/mn} = 150 + 60 \times n$ avec n = nombre de faisceaux-trayeurs (AFNOR, cité par M'Sadak, 2009). Ces deux paramètres sont devenus de plus en plus maîtrisés dans les élevages Tunisiens. En fait, une étude publiée par M'Sadak et al (2012), accomplie dans la délégation de Monastir (Sahel Tunisien) chez des petits troupeaux bovins hors sol a montré que toutes les machines à traire en pot rencontrées sont conformes à la norme relative au débit de la pompe à vide et 97 % d'elles répondent à la norme de puissance minimale exigée pour la commande de la pompe à vide. On a observé, aussi, que les orifices d'entrée d'air des griffes à lait des faisceaux-trayeurs de l'installation de la ferme 2 n'existent pas et celles de l'installation 1 existent mais colmatés. Or, l'importance d'un orifice d'admission d'air consiste à permettre une entrée d'air atmosphérique comprise entre 4 et 12 l/mn, qui va se mélanger au lait et faciliter son évacuation dans la ligne de transport. Son accès est essentiel à une bonne évacuation du lait (Hanzen, 2013). Une autre défaillance à signaler concernant la griffe à lait, c'est sa contenance. D'après l'Institut de l'Élevage (2009), le volume recommandé se situe entre 200 et 300 cm³. On conseillera un volume de 200 cm³ pour les vaches faibles productrices, avec un débit maximal de 3,0 à 3,5 kg/mn, et plutôt un volume autour de 300 cm³ pour les fortes productrices avec un débit maximal de l'ordre de 4 à 6 kg/mn. Pourtant, dans le cas de notre étude, les installations de traite rencontrées, sont équipées par des griffes à lait dont le volume est inférieur à celui recommandé.

Un autre point important à considérer à ce niveau, c'est le régulateur de vide. Cette composante est responsable de la stabilité du niveau de vide au cours de la traite (Enault, 2008 ; Capon, 2010). Au niveau des installations de traite étudiées, il est défectueux. Les deux machines à traire fonctionnent alors avec des régulateurs non fonctionnels, mais ils utilisent des solutions de bricolage pour maintenir un niveau de vide plus ou moins stable.

Tableau 7 : Caractérisation technique des installations de traite rencontrées

Caractéristiques techniques des installations de traite		Installation		
		1 (Tecnosac)	2 (Alfa Laval Agri)	
			Moteur 1	Moteur 2
Identification générale	Marque	Tecnosac	Agromilk	Alfa Laval Agri
	Origine	Italie	Italie	Suède
	Age	10	3	-
	Type	Simple rangée	Double rangée En épi (6V6)	
	Nombre des FT*	10	12	
Descriptif technique	Puissance d'entraînement du moteur (kW)	4,0	2,2	2,2
	Débit Pompe à vide à 50 kPa (l/mn)	750	800	800
	Type Pompe à vide	Rotative à palettes		
	Type du manomètre	Ordinaire		
	Position de l'aiguille à l'arrêt	2 cm Hg	0 kPa	
	Avancement de l'aiguille en marche	Régulier		
	Marque de la griffe à lait	Tecnosac	Alfa Laval Agri	
	Orifice d'entrée d'air	N'existe pas	Existe mais colmaté	
	Volume Griffe à lait (ml)	110 - 150	120 - 160	
	Marque du régulateur de vide	Anonyme	Alfa Laval Agri	
	Type du régulateur de vide	A ressort, en panne	A capteur, en panne	
	Marque du pulsateur	Tecnosac	Alfa Laval Agri	
	Type du pulsateur	Pneumatique	Électronique	
Mode de pulsation	Alterné			

* Faisceaux-Trayeurs

Diagnostic du maintien en état de fonctionnement

On a effectué un testage partiel de fonctionnement de deux machines à traire. Pour apprécier la conformité des paramètres relevés, on a comparé les résultats de testage avec les normes de vide et de pulsation signalées par Mezine (2006), Enault (2008) et Institut de l'Élevage (2009).

On remarque que, globalement, les normes de vide et de pulsation sont bien respectées au niveau de l'installation de la Ferme 2. Même les valeurs supérieures ou inférieures à la norme n'ont pas été notables. Le tableau 8 dévoile que 9 postes sur 12 ont un niveau de vide (NV) conforme à la norme, et le reste dépasse le seuil de 1,1 kPa seulement. Alors que les niveaux de vide relevés au niveau de l'installation de la Ferme 1, ont été loin des normes. Aucun poste de traite ne fonctionne avec un niveau de vide conforme. Tous dépassent le seuil atteignant un maximum de 64 kPa. En comparant ces résultats avec ceux d'une étude accomplie dans la région de Mahdia, on remarque qu'il n'y a pas une grande différence par rapport à cette étude. Concernant la conformité du vide de traite, 21% des machines seulement ont un niveau de vide conforme à la norme, alors que 54% ont un niveau de vide inférieur à la norme à Mahdia (M'Sadak et al, 2010a ; M'Sadak et al, 2010b). Le rapport de pulsation (RP) a été faible au niveau de 4 postes parmi 10 de l'installation de traite de la Ferme 1, augmentant ainsi la durée de traite, avec aussi un risque de mauvaise traite. Le reste des RP relevés a été conforme. Un rapport de pulsation entre 60 et 65% semble être le meilleur compromis entre la rapidité de la traite et l'état sanitaire de la mamelle (Institut de l'Élevage, 2009). Ce paramètre est conforme pour tous les postes de traite sauf un, dans la Ferme 2. La fréquence de pulsation (FP) a été élevée au niveau de 9 postes de traite parmi 10 de l'installation de traite de la Ferme 1. Généralement, dans plusieurs élevages en Tunisie, les éleveurs cherchent à l'augmenter pour diminuer la durée de la traite (Institut de l'Élevage, 2009 ; M'Sadak et al, 2010a ; M'Sadak et al, 2010b ; Haj Mbarek & M'Sadak, 2014). Une pulsation défectueuse (> 60 puls. /mn) est en relation avec l'apparition de nouvelles infections et de lésions des trayons (Mezine, 2006). Dans la Ferme 2, ce paramètre, ainsi que le décalage (D), sont réglés correctement au niveau de tous les postes de l'installation. Aussi, pour la Ferme 1, le paramètre décalage était respecté chez 9 sur 10 postes de traite.

Il convient de noter que la fréquence de pulsation enregistrée révèle des incohérences certaines. En effet, le niveau relevé est trop excessif pour la traite des vaches dans la Ferme 1, dépassant 70-90 puls. /mn (utilisée pour la traite des chèvres), et même 100-120 puls. /mn (employée pour la traite des brebis).

Dans l'ensemble, on peut dire que l'état des lieux concernant les paramètres de vide et de pulsation est largement meilleur dans le cas de la Ferme 2.

Tableau 8 : Conformité des paramètres de fonctionnement des installations avec la norme

Paramètres	Ferme	Norme	Conformité	< Norme	> Norme
Vide de traite (kPa)	1	46-50	0	0	10
	2	44-48	9	0	3
Rapport de Pulsation (%)	1	60-65	6	4	0
	2		11	1	0
Fréquence de Pulsation (puls./mn)	1	55-60	0	1	9
	2		12	0	0
Décalage (%)	1	< 5	9	0	1
	2		12	0	0

Diagnostic hygiénique des installations de traite

Nettoyage de la machine à traire

Contrairement aux petits troupeaux bovins laitiers, où dans la quasi-totalité des cas, le cycle de nettoyage de la machine à traire est loin d'être appliqué convenablement, d'autant plus que les facteurs de succès d'un bon nettoyage ne sont pas tout à fait respectés, tels que la qualité et la température de l'eau de lavage, la dose de détergent et le temps de contact (M'Sadak et al, 2012), les deux grands élevages inspectés suivent les différentes étapes de nettoyage, car le lavage de l'installation se fait automatiquement.

On a distingué que la durée du cycle de nettoyage, avec un détergent (alcalin/acide) dans les deux fermes est la même. Cependant, il faut noter que les deux installations ne sont pas de même longueur ni de même type. L'utilisation de l'alternance alcalin/acide est différente selon chaque ferme. A la ferme 1, après chaque traite, le nettoyage de l'installation s'effectue à l'aide d'un produit acide ou alcalin en alternance. Alors qu'à la ferme 2, l'utilisation d'un produit acide est effectuée deux fois par semaine, et le reste des jours, on utilise un produit alcalin. Également, l'utilisation d'un produit de nettoyage s'accomplit seulement à la traite du matin seulement. Pour les deux autres traites, l'installation est nettoyée à l'eau seule. Or, le passage du lait dans les tuyaux de la machine à traire, laisse des dépôts organiques, minéraux et bactériologiques sur les parois du lactoduc. Après chaque traite, le nettoyage doit garantir l'élimination totale de ces souillures, pour garantir la qualité bactériologique du lait. Un nettoyage efficace résulte de la corrélation de quatre critères : l'action mécanique de la solution de lavage sur les parois, la concentration du produit de nettoyage, la température de lavage et la durée du lavage (Nollet, 2010 ; De Crémoux, 2012). Ainsi, on constate que nettoyer une fois sur trois avec un détergent n'est pas tout à fait conseillé.

En Bretagne (France), l'eau n'étant pas calcaire. A cet égard, une fréquence d'utilisation d'acide d'une à deux fois par semaine peut suffire (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2010), ce qui n'est pas le cas de l'eau en Tunisie, généralement dure, exigeant le recours tant à la dose maximale préconisée du produit de nettoyage qu'à la pratique de l'alternance alcalin/acide. Concernant le prélavage, qui permet une première élimination des souillures et favorise ainsi l'action de la solution de lavage (Nollet, 2010), les valeurs de la température et de la durée, mentionnées dans le tableau 9, sont acceptables.

La dose de détergent utilisé était conforme à la concentration indiquée par le fabricant. La dose était de l'ordre d'un demi-litre pour chaque installation.

Selon l'Institut de l'Élevage (2009), la température optimale des produits classiques utilisés pour le nettoyage des machines à traire se situe autour de 60-65 °C. L'efficacité de nettoyage est encore suffisante à 35-40 °C. Cependant, cette dernière valeur doit être maintenue jusqu'à la fin de lavage, ce qui suppose que la fourniture d'eau chaude soit suffisante (Institut de l'Élevage, 2012).

Dans la Ferme 1, malgré l'utilisation d'un chauffe-eau, la température de la solution de lavage n'a pas dépassée 40 °C. Une telle température n'est pas considérée élevée, mais elle est efficace, si elle est maintenue vers la fin du cycle de nettoyage. Mais, on a relevé une température de 40 °C durant la phase lavage et une température de rinçage de 29 °C. Alors qu'à l'autre ferme, la température de nettoyage de l'installation avec un détergent était entre 70 et 40 °C. Cet intervalle de température est considéré comme le plus recommandé (Wallonie Élevage, 2009). Subséquemment, la température de lavage n'a pas été respectée dans la Ferme 1. Ceci est souvent expliqué par un volume de chauffe-eau insuffisant (Institut de l'Élevage, 2012).

Généralement, la durée de circulation des produits de nettoyage est entre 5 et 10 mn (Jadoul & Chapelle, 2005 ; Institut de l'Élevage, 2012 ; Lelievre, 2012). On perçoit, ainsi, que la durée de circulation du produit de nettoyage, dans les deux cycles de nettoyage, est acceptable.

Le rinçage final permet d'éliminer toute trace de produit détergent, désinfectant ou détartrant susceptible d'adhérer aux parois fraîchement nettoyées (Enault, 2008). Cette opération a été réalisée avec de l'eau froide. On a noté 23 °C à la Ferme 1, et 18 °C à la Ferme 2. Le volume conseillé, doit être au moins égal à celui de l'étape précédente et en circuit ouvert. Cette durée correspond au temps du passage, de toute l'eau dans la machine à traire (Enault, 2008). En définitive, le souci d'économie de détergent (pratique d'un nettoyage alternatif avec ou sans détergent) est une pratique à proscrire en vue d'améliorer le nettoyage, et par conséquent, la qualité sanitaire du lait à la production.

Tableau 9 : Caractéristiques des actes de nettoyage pratiqués

Paramètres contrôlés	Ferme 1 (Avec détergent)	Ferme 2	
		(Sans détergent)	(Avec détergent)
Durée de traite	1 h 40 mn	2 h 30 mn	
T° de l'eau Prélavage (°C)	21	20	18
Temps de remplissage Prélavage (mn)	4	2	2
Temps de circulation Prélavage (mn)	5	4	4
Temps de remplissage Bac Lavage (mn)	4	2	2
Dose détergent (l)	0,5	0	0,5
T° à l'entrée Lavage (°C)	40	50	70
T° à la sortie Lavage (°C)	29	32	40
Temps de circulation Lavage (mn)	12	5	11
T° de l'eau Rinçage (°C)	23	20	18
Temps de remplissage Rinçage (mn)	2	2	2
Temps de circulation Rinçage (mn)	2	4	4
Temps total Lavage (mn), sans tenir compte du remplissage du bac	19	13	19
Temps total Lavage (mn), remplissage du bac compris	29	19	25

État général des manchons-trayeurs, tuyauteries et joints

On constate que l'état général des manchons-trayeurs, tuyauteries et joints est entre moyen et mauvais. Des fissures au niveau des joints et tuyauteries ont été distinguées. Les tuyaux à lait et à pulsation doivent être remplacés (au moins la moitié), de plus, les joints ne sont pas correctement adhésés. En outre, on a remarqué que les faisceaux-trayeurs sont sales, à cause de l'absence de leur nettoyage correct après la traite. Or, ce point a été mieux maîtrisé dans la Ferme 2. La propreté des faisceaux-trayeurs était bonne. Cependant, 25% de la tuyauterie doivent être remplacés.

Les manchons-trayeurs et autres caoutchoucs doivent être examinés quotidiennement. En effet, en cas de fissure ou d'aplatissement, deux risques supplémentaires subsistent. Des caoutchoucs abimés forment un milieu favorisant la formation des biofilms. De plus, les lésions du trayon sont contaminées et peuvent devenir contaminants via les fissures et le caoutchouc (Lelievre, 2012). L'état des manchons-trayeurs de l'installation de traite Alfa Laval Agri est considéré bon, et celui de l'installation Tecnosac peut être considéré acceptable.

Conclusion

Cette étude diagnostique des conditions d'élevage et de traite, réalisée sur deux grands élevages bovins laitiers, soumis à la traite mécanique tri-quotidienne en lactoduc, conduits dans la délégation de Sousse (Tunisie littorale semi-aride), a permis de dévoiler que l'état des lieux est globalement acceptable à l'exception de certaines pratiques qui sont à surveiller. Ainsi, on a constaté que quelques pratiques d'hygiène associées aux pratiques d'élevage et de traite doivent être prises en compte, au niveau des installations surtout pour la

ferme privée, et qu'il faut améliorer l'hygiène particulièrement au niveau de la ferme étatique. Quelques mauvaises conditions hygiéniques de traite observées pourraient constituer les probables facteurs essentiels de risque des mammites. Aussi, à la ferme privée, des défaillances ont été observées au niveau des paramètres de fonctionnement des systèmes de vide et de pulsation de la machine à traire rencontrée. En outre, il a été révélé que les paramètres de lavage automatique des installations de traite adoptées sont régulièrement conformes aux recommandations (notamment température et temps de circulation de la solution de lavage) et que l'état général des manchons-trayeurs, tuyauteries et joints est, dans l'ensemble, contestable (entre moyen et mauvais).

Décidément, l'élaboration d'un guide d'investigation des mammites bovines à l'échelle nationale, devient une nécessité pour réduire la concentration en cellules somatiques du lait au sein du troupeau. En fait, à titre indicatif, les valeurs extrêmes relevées de vide et de pulsation de l'installation de traite de la ferme privée, encouragent à un suivi persévérant par les spécialistes en matière de testage de fonctionnement, pour maîtriser les conditions mécanisées de traite des vaches et améliorer ainsi le statut sanitaire mammaire, en minimisant autant que possible les mammites de traite. Aussi, il faut sensibiliser les trayeurs de leur rôle important dans la diffusion des germes entre les vaches, s'ils ne révèrent pas scrupuleusement les bonnes pratiques de traite.

Références bibliographiques

- A. HOCINE, R. OUZROUT, A. LAADJAMA, « Enquête sur les facteurs de risque des mammites en élevage bovin laitier dans l'Est Algérien », *Livestock Research for Rural Development*, 23 (1), 2011, <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/hoci23011.htm>
- A.J. BRADLEY, « Bovine mastitis: An evolving disease », *The Veterinary Journal*, Elsevier Science Ltd, 163 (2), 2002, 1-13
- B. MTAALLAH, Z. OUBEY, H. HAMMAMI, « Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier », *Rev Méd Vét*, 2002, 153 (4), 251-260.
- B. SAMUELSSON, E. WAHLBERG, K. SVENNERSTEN, « The effect of feeding during milking on milk production and milk flow », *Sw J Agric Res*, 23, 1993, 101-106.
- B. SCHWEIZ, *Teneur en cellules*, Petit guide, 2010, 4.
- C. ENAULT, « La machine à traire : Recherches et innovations depuis les années 1980 en vue d'améliorer la qualité du lait et la santé de la mamelle chez les vaches laitières-*Revue bibliographique* », Thèse Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort (France), 2008, 240.
- C. NOLLET, 2010. Machine à traire : Un nettoyage efficace, *Fiche Technique*, Chambre d'Agriculture Midi-Pyrénées.
- C.T. HUTTON, L.K. FOX, D.D. HANCOCK, « Risk factors associated with herd-group milk somatic cell count and prevalence of coagulase-positive staphylococcal intramammary infections », *Prev. Vet. Med*, 11, 1991, 25-35.
- CH. HANZEN, *Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire : Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques individuelles et de troupeau des mammites*, Physioanatomie-Propédeutique et Pathologie mammaire bovine, Université de Liège, 2013, 170.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE DE BRETAGNE, « Nettoyage de la machine à traire », *Lavo Traite Soir*, Santé du troupeau, 2010, 1.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE DU CALVADOS, « Litière de paille : Une question d'économie », *Supplément Technique*, Juillet-Aout 2008, 4.
- COOPÉRATIVE DE L'OUEST, « Bien gérer le couchage des vaches pour réduire le risque de mammites », *Even Infos*, Production laitière, 301, Août/Septembre 2007, 1.
- D. REMY, *Les mammites*, Guide France Agricole, France Agricole, 2010, 259. <http://www.mp.chambagri.fr/Machine-a-traire-un-nettoyage.html>
- D.M.C.S. MEZINE, « Analyse descriptive des facteurs de risque liés aux mammites dans des élevages d'une clientèle des Ardennes appliquant la démarche GTV partenaire », Thèse Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort (France), 2006, 146.
- FELLAH TRADE, Élevage bovin laitier, *Fiches Techniques*, 2011, 14. http://www.fellah-trade.com/ressources/pdf/Elevage_bovin_laitier.pdf
- G. DURAND, 2010. « Conception et entretien des litières paillées », *Lait's Tech...*, Litières, 6, 1.
- G. COUSSI, « Trempage des trayons... Les nouveautés », *Bull G.T.V.*, 2 (421), 1992, 19-23.
- G.P. HUGUES, C.P. GUIDICELLI, *Protection de la santé : Hygiène et environnement*, Édition FLISON-Roche, 1994, 437 p.

- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE, Nettoyer efficacement la machine à traire, Plaquette nettoyage Pays de la Loire, 2012, 4.
- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE, *Traite des vaches laitières : Matériel, Installation, Entretien*, Produire mieux, Guide France Agricole, 1 vol., 1^{ère} Édition 2009, 555.
- J.P. JAUDON, Élevage laitier : le contrôle des machines à traire, Fiche technique, Maison de l'élevage de Tarn, 2009, Cedex. http://www.agritarn.com/page_site/Elevage-laitier-le-contrôle-des-machines-a-traire.php
- K. SVENNERSTEN, R. GOREWIT, L.O. SJAUNJA, K. UVNÄS-MOBERG, «Feeding during milking enhances milking related oxytocin secretion and milk production in dairy cows whereas food deprivation decreases it », *Acta Physiol Scand*, 153, 1995, 309-310.
- L. DUBREIL, « Efficacité de la traite », *Document Technique*, Direction Régionale de la Chaudière-Appalaches du MAPAQ, Canada, 2005, 45.
- L. LELIEVRE, Suivi de troupeau vétérinaire et transformation à la ferme : une opportunité supplémentaire, Thèse Vétérinaire VETAGRO SUP, Campus Vétérinaire de Lyon (France), 2012, 97.
- L. THOMAS, « Prévenir la contamination du lait de tank par les germes pathogènes », *GDS*, 96, 2007, 23-24.
- M. KAMMOUN, Les déterminants de la qualité du lait en Tunisie, Rapport Final, Projet GIVLait /IRESA, 2011, 48 p.
- M. KIRCHHOFER, « La traite est un art aux nombreuses facettes! » *Swissgenetics*, Services, 2009, 26-27.
- N. BAREILLE, B. DJABRI, F. BEAUDEAU, H. SEEGERS, « Facteurs de risque de mammite clinique et de nouvelle infection des vaches laitières primipares autour du vêlage », *Renc. Rech. Ruminants*, 10, 2003, 285-288.
- N. GOUEREC, « Les huiles essentielles sont efficaces contre les mammites, mais il n'y a pas de recette unique ! » *L'écho de GEDAPA*, 93, Janvier/Février 2011, 2-3.
- P. BOUTET, J. DETILLEUX, M. MOTKIN, « Comparaison du taux cellulaire et de la sensibilité antimicrobienne des germes responsables de mammite subclinique bovine entre les filières conventionnelle et biologique », *Ann. Méd. Vét.*, 149, 2005, 173-182.
- P. LEVESQUE, « La méthode de traite passée en revue : Le nettoyage des trayons (1^{ère} partie) », *Le Producteur du Lait Québécois*, Qualité, 2003, 28-29.
- P. LEVESQUE, « La méthode de traite passée en revue : Décrocher au bon moment et de la bonne façon », *Qualité*, 2004, 26-27.
- PH. NOIRETERRE, Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière, Thèse Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Lyon (France), 2006, 98.
- PROMET, Étude des déterminants de la qualité du lait, Rapport final, Société de Promotion et d'Études (PROMET), Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA), Ministère de l'Agriculture, Tunisie, 2008, 42 .
- R. DE CREMOUX, Nettoyer la machine à traire, Institut de l'Élevage, 2012. <http://idele.fr/rss/publication/idelesolr/recommends/nettoyer-la-machine-a-traire.html>
- R. HAJ MBAREK, Y. M'SADAK, « Étude des équipements et des chantiers de traite des petits et moyens troupeaux bovins en milieu littoral semi-aride (Tunisie) » *Revue des BioRessources*, 4 (1), Juin 2014, 76-89.
- R. THOMELIN, Mammites et cellules : Tous les conseils pour lutter efficacement, GIE Élevage des Pays de la Loire, 2009, 57.
- S. ADAM, « La litière, bien plus qu'un lit douillet ! », *Le Producteur du Lait Québécois*, Valacta, 2007, 23-25.
- S. CAPON, Contribution à l'étude des lésions du trayon chez la vache laitière, *Thèse Vétérinaire*, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, France, 2010, 124.
- T. DEVRIES, S. DUFOUR, D. SCHOLL, J. BAILLARGEON, « Garder les vaches debout après la traite aide-t-il à prévenir la mammite », *Le Producteur du Lait Québécois*, Santé Animale, Décembre 2009/Janvier 2010, 25-26.
- T. YOSHIDA, Y. KATO, M. SATO, K. HIRAI, « Sources and routes of contamination of raw milk with *Listeria monocytogenes* and its control », *Journal of Veterinary Medical Science*, 1998, 60 (10), 1165-1168.
- TH. JADOUL, H. CHAPELLE, Traire un lait de qualité : Une attention tous les jours – Problèmes rencontrés par les producteurs : Causes et solutions, *Support technique*, Comité du Lait, Service Assistance Technique, 2005,10.
- W.D. HUESTON, L.E. HEIDER, W.R. HARVEY, K.L. SMITH, « Determinants of high somatic cell count prevalence in dairy herds practicing teat dipping and dry cow therapy and with no evidence of *streptococcus agalactiae* on repeated bulk tank milk examination », *Prev. Vet. Med.*, 9 (2), 1990, 131-142.
- WALLONIE ELEVAGE, « Les facteurs de risque liés à la traite », *OSAM*, 12, 2009, 34-37.
- Y. M'SADAK, I. HAMED, A. KRICHI, K. KRAIEM., « Analyse des conditions de traite en élevage bovin hors sol dans le berceau laitier de Mahdia (Tunisie) », *Revue des BioRessources*, 3 (2), 2013, 8-19.
- Y. M'SADAK, I. HAMED, K. KRAIEM., « Diagnostics Sanitaire Mammaire, Hygiénique, Technique et Technologique des Conditions de Traite Mécanisée des Troupeaux Bovins Hors Sol dans la Région de Sousse en Tunisie », *Revue Nature & Technologie*, B- Sciences Agronomiques et Biologiques, 10, 2014b, 62-70.

- Y. M'SADAK, L. MIGHRI, H. BEN OMRANE, K. KRAIEM, « Évaluation des chantiers et des équipements de traite chez des élevages bovins laitiers hors sol dans la région de Monastir (Tunisie) » *Revue Nature & Technologie*, 7, 2012, 96-101.
- Y. M'SADAK, L. MIGHRI, K. KRAIEM, « Évaluation des conditions de traite en élevage bovin dans la région de Mahdia (Tunisie) », *Actes Renc Rech Ruminants*, 17, 2010b, 275.
- Y. M'SADAK, L. MIGHRI, K. KRAIEM, « 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 Elev Méd Vét Pays Trop*, 63 (1-2), 2010a, 35-39.
- Y. M'SADAK, M. MAKHLOUF, I. HAMED, « Maintien en état de fonctionnement des machines à traire en pot dans la région de Sousse » *Revue Agriculture Sétif*, 07, 2014a, 20-29.
- Y. M'SADAK, R. HAJ MBAREK, I. HAMED, « Évaluations des conditions de traite des vaches dans le berceau laitier de Sousse (Tunisie) », *Rev Mar Sci Agron Vét*, 2 (1), 2014c, 29-36.
- Y. M'SADAK, R. HAJ MBAREK, L. MIGHRI, « Description and variation factors of individual cell counts of milk in of units bovins aboveground (Tunisian Sahel) », *J Fundam Appl Sci*, (1), 2016, 61-72.
- Y. M'SADAK, R. HAJ MBAREK, L. MIGHRI, « Étude de la situation sanitaire mammaire et estimation des pertes quantitatives en lait en élevage bovin hors sol dans le sahel tunisien » *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology*, 19 (10), 2015b, 773-779.
- Y. M'SADAK, R. HAJ MBAREK, L. MIGHRI, « Évaluation comparée des conditions de traite chez des troupeaux bovins conduits en hors sol en milieu semi-aride de Tunisie », *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 3 (2), 2015a, 58-65.
- Y. M'SADAK, Technologie de la Traite des Petits Troupeaux Bovins Laitiers, Document d'Appui, Session de Formation (Contrôleurs et Réparateurs des Machines à Traire), Centrale Laitière Mahdia, Tunisie, Mars 2009, 75.
- Z. BOUFAIDA ASNOUNE, M.J. BUTEL, R. OUZROUT, « Prévalence des principales bactéries responsables de mammites subcliniques des vaches laitières au nord-est de l'Algérie. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* , 65 (1-2), 2012, 5-9.