

Habituation of dairy camels (*Camelus dromedarius*) during first milking in herringbone parlor

Habituation des chamelles laitières (*Camelus dromedarius*) à la traite mécanique en salle en épi

Marwa Brahmi^{1,2*}; Moufida Atigui³; Pierre-Guy Marnet⁴; Fathia Saafi³; Houcine Khedhiri¹; Wiem Ben Salem⁵; Mohamed Hammadi^{*}

¹ Laboratoire d'Élevage et de Faune Sauvage, Institut des Régions Arides, Médenine-Tunisie

² Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Sousse – Tunisie

³ Ecole Supérieure d'Agriculture Mateur, Université de Carthage – Tunisie

⁴ Département Productions animales, agroalimentaire, nutrition,

AGROCAMPUS OUEST, Rennes – France

⁵ Office d'Élevage et de Pâturage, 30 Avenue Alain Savary, Tunis – Tunisie

*Corresponding author: atigui.moufida@gmail.com

Abstract - Introducing machine milking involves physical, physiological and psychological stress for the animal. An experiment was performed in early lactating dairy camels (n=12) to examine their reactivity to machine milking in a herringbone milking parlor for the first time, and the correlations between measures of behavior, milk ejection and productivity. Before starting machine milking, camels were milked by hand for a week (twice a day in the presence of calves), in order to habituate them to the novel environment and to human contact.

Stress-related behaviors (step-kick behaviors, jumping, vocalization, trembling, vigilance ...) decreased as the camels habituated to the new environment. At the same time, well-being responses (rumination, spontaneous milk ejection, etc.) were gradually improved. Habituation index (HI) increased significantly during the five weeks ($P < 0.05$). It increased from 0.78 ± 0.15 during the first week to 0.97 ± 0.06 during the 5th week. Furthermore, total milking duration decreased (7.51 ± 2.41 min to 4.38 ± 1.13 min) and milk yield increased (2.38 kg / d / camel to 5.3 kg / d / camel) progressively from the first to the fifth week of milking in parlor. This study revealed that she-camel could habituate to the novel environment and practices of machine milking in 5 weeks and could subsequently be milked easily.

Key words: Machine milking, Habituation, Behavior, Stress, Welfare, She-camel.

Résumé - L'introduction de la traite mécanique implique à la fois un stress physique, physiologique et psychologique pour l'animal. En vue de maîtriser cette action, 12 chamelles laitières en début lactation ont fait l'objet d'un dressage à la traite mécanique dans une salle de traite en épi 2×3 pendant une période de 5 semaines. Avant de passer à la traite mécanique les chamelles ont été traitées manuellement pendant une semaine (deux fois par jour en présence des chamelons.), afin de les habituer au nouvel endroit et au contact humain. Cet essai nous a permis d'évaluer le comportement des chamelles dans une salle de traite comparé à la traite manuelle et ses effets à court terme sur l'évolution de la production laitière. Les comportements jugés comme étant des comportements de stress (coups de pattes, saut, vocalisation, tremblement, vigilance...) ont diminué au fur et à mesure que les chamelles s'habituèrent au nouvel environnement. En parallèle les réponses de bien être (rumination, éjection du lait spontanée...) ont augmenté progressivement. Un index d'habituation (IH) a été défini en fonction des comportements de stress. IH a évolué significativement durant les cinq semaines ($P < 0,05$) passant de $0,78 \pm 0,15$ pendant la première semaine à $0,97 \pm 0,06$ pendant la 5^{ème} semaine. Par ailleurs, la durée totale de traite a diminué ($7,51 \pm 2,41$ min à $4,38 \pm 1,13$ min) au fur et à mesure que l'animal s'habituaient au nouvel environnement de la salle de traite avec une augmentation progressive de la production laitière de $2,38$ kg/j/chamelle à $5,3$ kg/j/chamelle respectivement de la première à la cinquième semaine du dressage à la traite mécanique. Il s'avère de cette étude que la chamelle s'adapte à l'environnement et les pratiques de la traite mécanique au bout de 5 semaines et se laisse traire facilement.

Mots clés: Traite mécanique, Habituation, Comportement, Stress, Bien être, Chamelle.

1. Introduction

Le secteur laitier en Tunisie est l'un des secteurs stratégiques de l'agriculture et l'économie nationale. Toutefois, malgré le besoin de diversification de ses ressources et la demande croissante des produits laitiers d'origine non bovine, ce secteur reste jusqu'à présent limité et marginalisé. En particulier, la filière laitière cameline qu'entre autre une nouvelle vocation, révèle beaucoup d'intérêt ces dernières années. En effet, la demande de la population en lait de chamelle ne cesse d'augmenter et les systèmes actuels de production ne peuvent guère y répondre. Le développement d'une filière laitière cameline nécessite alors l'intensification du système d'élevage ainsi que l'introduction de nouvelles technologies à savoir la traite mécanique (Atigui 2014). Singh et Dang (2004), ont montré que l'introduction de la traite mécanique permet de gagner près de la moitié du temps de la traite et de récolter un lait de meilleures quantité et qualité mieux adapté à la conservation, transformation et commercialisation (Filipovic et Kokay 2009 ; Marnet 2013). Cependant, l'usage de la traite mécanique reste limité par un petit nombre d'éleveur de camélidé en Russie (Belokobylenko 1978), Émirats Arabes Unis (Wernery et al. 2004 ; Nagy et Juhasz 2016), Tunisie (Atigui 2007 ; Hammadi et al. 2010), Arabie saoudite (Aljumaah et al. 2012). ; Ayadi et al. 2013). Cette limitation est principalement liée à la faible production laitière que représente le principal obstacle à l'utilisation de la machine à traire, en plus de la variation de la durée et la période de la lactation, et des différences de caractéristiques morphologiques et anatomiques du pis. En outre, les réponses comportementales des chammelles lors de la traite mécanique sont très méconnues et imprévisibles. L'étude de la réponse comportementale au cours du dressage à la traite mécanique représente un moyen fiable pour juger le degré d'acceptabilité de la technologie par l'animal et permet d'évaluer la réussite des techniques et pratiques appliquées. En effet, l'introduction de la traite mécanique implique des facteurs de stress physiques, psychologiques et physiologiques pour l'animal liés à l'action physique de la machine sur le trayon, l'introduction dans un nouvel environnement, la séparation des mères de leurs petits et la proximité aux humains, ceux-ci représentent une source potentielle de stress chronique (Van Reenen et al. 2002 ; Saltalamacchia et al. 2007). Enfin, les femelles laitières doivent s'habituer à la routine de traite, y compris les interactions agonistes dans la zone d'attente devant la salle de traite et les pratiques et la routine pendant la traite (Wicks et al. 2004 ; Sutherland et Huddart 2012). Le passage de la traite manuelle à la traite mécanique passe par une période d'apprentissage et d'habituation de l'animal appelée dressage. Le dressage peut être défini comme « la période pendant laquelle on apprend à un animal à réagir de façon convenue à certains stimuli » (Villemin 1984). Larousse (2020) définit le dressage comme étant l'action de rendre l'animal docile et de l'habituer aux comportements que l'on exige de lui. Dans le même sens, on définit l'habituation comme étant une forme d'apprentissage par lequel un animal cesse de réagir à un stimulus donné lorsqu'il a perçu ce stimulus à plusieurs reprises sans aucune conséquence alarmante. L'habituation intervient dans de multiples aspects du comportement : par exemple, c'est en partie ce qui fait que les animaux apprennent à ne plus avoir peur des humains au fur et à mesure de leurs contacts avec eux (Vilanova et Smith 2014). C'est ainsi qu'on s'est intéressé à étudier l'effet et la longueur de la période du dressage à la traite mécanique en salle de traite en épi sur la réponse comportementale et de production des chammelles tout en se référant à la traite manuelle.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Animaux et conduite d'élevage

Douze chammelles laitières de la population 'Maghrébi' conduites en intensif à la ferme expérimentale de l'Institut des Régions Arides (Chenchou, Gabès, Tunisie) âgées de 4 à 19 ans, au début de lactation, dont 2 primipares et 10 multipares. Chaque chamelle recevait : 5 kg de foin de luzerne, 3 kg de foin d'avoine, 8 kg de luzerne en vert et 2 kg concentré pour vaches laitières/ jour avec un accès *ad libitum* à l'eau potable.

2.2. Traite

L'expérience a duré au total 7 semaines successives. Avant le passage à la traite mécanique, la traite manuelle a été pratiquée deux fois par jour (à 8h00 et à 15h00) durant 2 semaines successives en présence du chamelon. Dans ce cas, la production de lait a été induite en permettant au chamelon de téter les deux trayons droits jusqu'à la fin de la traite. La quantité du lait totale accumulée dans la glande mammaire a été

estimée par la quantité collectée $\times 2$. Afin de minimiser l'impact de la transition à la traite mécanique, la deuxième semaine de traite manuelle des chamelles s'est déroulée auprès de la salle de traite en présence de leurs chamelons. A la fin de la deuxième semaine de traite manuelle, on a branché l'installation de traite simultanément afin d'habituer les chamelles au bruit des machines. A la fin de la traite, on a fait passer les chamelles dans la salle de traite pour les habituer au nouvel endroit de la traite. La traite mécanique s'est déroulée dans une salle de traite en épi (3 \times 2) et l'éjection du lait dans ce cas a été induite par la machine à traire ou en cas de besoin par une injection intraveineuse d'ocytocine (OT) (10 UI).

Durant la traite mécanique une routine a été bien établie et qui consiste à la (1) Stimulation manuelle de la mamelle, (2) Nettoyage de la mamelle par l'eau tiède suivi le séchage des trayons, (3) Elimination des premiers jets, (4) Accrochage du faisceau trayeur, (5) Egouttage machine par pose de la main sur la griffe à lait et vérification de l'arrêt de l'écoulement du lait, (6) Décrochage des manchons trayeurs, (7) Egouttage manuel après le retrait des gobelets(en cas de nécessité), (8) Trempage des trayons par une solution iodée.

Caractéristiques de la salle de traite

La mise en place de la salle de traite et le choix de ses caractéristiques ont été justifiées en se basant sur des caractéristiques corporelles des chamelles (longueur du corps, hauteur au garrot, hauteur à la mamelle...) en tenant compte le bien-être de l'animal et du manipulateur. La salle de traite (FLACO, Espagne) est composée d'une stalle de type en épi 30° afin de faciliter l'accès à la glande mammaire. La fosse est peu profonde (30 cm) tenant compte la hauteur de la mamelle des chamelles. La salle de traite est munie de deux groupes de vide, l'un en marche et l'autre de secours, chaque groupe de vide est de capacité de 900 litres d'air/min.

2.3. Unités comportementales

Dans le but d'évaluer la réponse comportementale des chamelles, un éthogramme renfermant l'ensemble des unités comportementales a été élaboré. Le remplissage des éthogrammes s'est fait par l'observation directe et à l'aide de vidéos enregistrées lors de chaque séance de traite. Les séances de traite ont été réalisées dans un endroit isolé tout en évitant toutes sources de perturbation pouvant influencer les comportements et la productivité des chamelles.

Le tableau 1 montre les comportements retenus pour l'élaboration de l'éthogramme de la chamelle durant le dressage à la traite.

Tableau 1 : Evènements comportementaux enregistrés durant la traite

Comportement	Description
Step	Un coup de pied effectué par un mouvement vertical des membres antérieurs ou postérieurs dans lequel le membre est levé du sol à une distance inférieure à 20 cm
Kick	Un coup de pied (en vache) lancé latéralement, en avant ou en arrière uniquement par les membres postérieurs
Saut ou tentative de fuite	L'animal tend à se propulser dans l'air en exerçant une poussée sur le sol, essayant de fuir l'enclot de traite
Décubitus	Tentative de se mettre en décubitus sternal, pour empêcher que les chamelles se mettent en position baraquée lors de la traite deux cordes ont été placées sous l'animal. Quand les 4 membres ne touchent pas le sol au même temps l'animal est considéré comme s'est mis en décubitus sternal
Tremblement	Mouvement involontaire résultant de contractions musculaires rythmiques de faible à moyenne amplitude.
Vocalisation	Émettre des cris d'amplitude variable, souvent aigus
Vigilance	L'animal est noté vigilant, quand il est alarmé, tête levée en haut vérifie à gauche et/ou à droite (souvent le coté du trayeur), regard intense, oreilles dressées tournées vers les cotés ou vers l'avant.
Morsure	Une tentative de morsure est enregistrée quand l'animal rapproche sa bouche ouverte laissant apparaître ses canines de façon brusque et violente vers le trayeur ou même la griffe à lait.
Recrache	C'est le fait de cracher le contenu de rumen envers une cible quand la chamelle se sent en danger. Notée lorsqu'au moins un cycle mérycique est effectué lors de la traite.
Rumination	Le comportement de rumination a été comptabilisé en nombre en durée des cycles méryciques effectués lors de la séance de traite. Ainsi le pourcentage de temps passé en rumination durant la traite a été calculé. $\% \text{ Rumination} = \left(\frac{\text{Durée de rumination}}{\text{Durée de la traite}} \right) \times 100$
Ejection du lait	Notée au moment où les trayons gonflent ou l'observation du lait dans la griffe.
Défécation	C'est une élimination solide non abondante limitée à quelques crottes solides liée essentiellement à la relaxation des muscles lisses du rectum
Urination	Ou miction, c'est une élimination liquide abondante

2.4. Index d'habitation

McFarland (1981) définit l'accoutumance (l'habitation) comme un déclin, au cours d'expériences répétées, de la probabilité de réponses à un stimulus qui étaient initialement présentes

Un index d'habitation est calculé pour estimer le degré de dressage de l'animal à la traite (manuelle, mécanique), il est exprimé en fonction des comportements jugés comme des comportements de stress et calculé par la formule suivante :

$$IH = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + fi)}$$

Où : n : nombre des comportements de stress

f_i : fréquence de chaque comportement

2.5. Production du lait

Les données de production de lait ont été collectées à chaque jour durant la traite du matin. La quantité du lait individuel des chamelles a été enregistrée pour la traite manuelle, alors que pendant la traite mécanique, la production laitière a été exprimée en rendement total des chamelles vue que les postes trayeurs n'étaient pas encore équipés des compteurs à lait individuels. Le temps d'éjection du lait représenté par le temps écoulé entre le début de la stimulation de la mamelle et l'éjection du lait observée au niveau du gobelet trayeur (spontanée ou suite à une injection d'OT) a été noté. Le temps effectif de traite qui est le temps écoulé entre la pose et le décrochage du gobelet trayeur et la durée totale de la traite qui représente le temps écoulé entre l'entrée et la sortie de la chamelle de la salle de traite ont été enregistrés.

2.6. Analyses statistiques

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de la variance à plusieurs facteurs par le logiciel SAS (v 9.0) par la procédure GLM. Les résultats sont exprimés en moyenne ± l'erreur type. Le modèle utilisé comprenait la moyenne générale, l'effet fixe de type de traite (1-2), l'effet aléatoire de l'animal (1-12), l'effet fixe de la semaine (1-5) et l'erreur aléatoire. L'interaction entre l'effet de semaine et le type de traite n'était pas significative et par conséquent n'était pas inclus dans le modèle. Les différences entre les moyennes ont été testées par le test de Duncan. Le niveau de signification statistique a été fixé à P<0,05, sauf indication contraire. Le test χ^2 a été utilisé afin de comparer les différentes fréquences des comportements. De plus, le coefficient de corrélation de Pearson entre les traits comportementaux des chamelles, l'incidence de retrait des gobelets trayeurs et la fréquence d'injection d'OT a été calculé.

3. Résultats et discussion

3.1. Identification et choix des comportements de bien-être et de stress suivis

Au cours de la période de dressage des chamelles à la traite mécanique, certains comportements ont été définis comme étant des comportements de peur ou de défense qualifiés de comportement de stress et d'autres de bien-être. L'éthogramme établi dans cette étude est basé sur les observations comportementales de la chamelle lors du changement de la routine de la traite mécanique (Atigui et al. 2014) et des comportements observés chez la vache laitière (Rushen et al. 2001) et la bufflonne (Cavallina et al. 2008) durant les premiers passages à la traite mécanique. La rumination ou l'apparition des cycles méryciques durant la traite a été considérée comme un indicateur de relaxation et du confort chez la chamelle (Atigui et al. 2014), chez les bovins (Gomèz et al. 2017), et chez la bufflonne (Cavallina et al. 2008). La diminution du temps de rumination est interprétée comme étant un indicateur de stress (Schirmann et al. 2009), d'anxiété (Bristow et Holmes 2007) ou d'une maladie (Schirmann et al. 2016). De plus, la défécation solide et limitée avant ou à la suite de l'éjection du lait est un comportement associé au bien-être de l'animal et à la décharge de l'OT chez la chamelle (Atigui et al. 2014). Ce comportement identifié chez la chamelle est complètement différent du comportement des défécations abondantes devenant une sorte de diarrhée conditionnelle qui se passent en cas de stress aigu et de peur extrême des animaux. Chez la bufflonne, Cavallina et al. (2008) ont trouvé que 100% des animaux qui n'ont pas eu besoin d'une administration d'OT ont exhibé le comportement de défécation associant ainsi la défécation à la décharge endogène d'OT. Cependant, les femelles peureuses

exhibent des comportements de stress envers toute nouveauté y compris un nouvel endroit, traitement, ou une nouvelle personne. Tout cela est repris pendant l'introduction de la traite mécanique qui peut être la cause d'un stress physique, physiologique et psychologique pour l'animal. Ainsi les comportements indicateurs de stress inclus dans cette étude sont principalement : les coups de pieds (step et kick), les vocalisations fréquentes et fortes, les tremblements, l'urination, les tentatives de morsure du trayeur ou des congénères et l'état de vigilance. D'autres comportements liés au stress aigu ont été observés mais n'ont pas été inclus dans l'analyse statistique de cette étude à cause des variations individuelles et/ ou l'interférence avec les pratiques faites pour assurer la sécurité du trayeur et des animaux. Parmi ces comportements, on note les sauts pour échapper l'enclos de traite et les trayeurs et les tentatives de se mettre en position de décubitus afin de bloquer l'accès à la glande mammaire. Ces deux comportements ont été empêchés en attachant l'animal et en plaçant deux cordes en dessous de l'abdomen de la chamelle pour l'empêcher de s'agenouiller. Aussi, le comportement de crachement effectué par les camélidés quand ils se sentent en danger a été noté chez quelques individus pendant les premières séances de traite. Il s'agit de cracher le contenu du rumen sur une cible pour l'empêcher de se rapprocher quand l'animal se sent en danger. Également, la position de la queue chez la chamelle peut transmettre plusieurs messages comportementaux. En repos et en absence de stress, la queue de chamelle est détendue et suspendue librement. Quand la chamelle est stressée et alertée, la position de sa queue change en fonction de sa réponse. En effet, les chamelles peureuses et soumises présentent une position de queue serrée et coincée entre les membres postérieurs avec urination et tremblement fréquents. Tandis que les femelles dominantes tendent à lever la queue vers le haut en position menaçante. Toutefois, ce comportement bien qu'il soit très expressif chez cette espèce, n'a pas été inclus dans cette étude vue que les trayeurs sont parfois obligés à tenir la chamelle par la queue afin de l'immobiliser.

Le degré d'habituation ou de dressage des chamelles à la nouvelle technique de traite se reflète sur l'évolution des comportements choisis, comme il a été indiqué par Fregonesi et al. (2007) chez les vaches laitières introduites dans des nouvelles installations.

3.2. Etude de la réponse comportementale des chamelles au cours de la transition de la traite manuelle à la traite mécanique

En comparant le répertoire des comportements exhibés durant les deux types de la traite (Figure 1), on constate que la plupart des paramètres considérés comme indicateurs de stress ont été enregistrés plus fréquemment pendant la traite mécanique. Ceci se traduit par un blocage de la décharge endogène d'OT et retien du lait pendant les premières séances de traite mécanique. C'est ainsi que le besoin d'injection d'OT exogène est significativement plus élevé en traite mécanique ($0,24 \pm 0,02$) qu'en traite manuelle ($0,07 \pm 0,02$). Le passage par deux semaines de traite manuelle a pour objectif de familiariser la chamelle à son environnement et aux manipulations de l'homme particulièrement pour les primipares. D'ailleurs pendant la traite manuelle le comportement de tremblement, indicateur de stress aigu, a été exprimé seulement par les primipares.

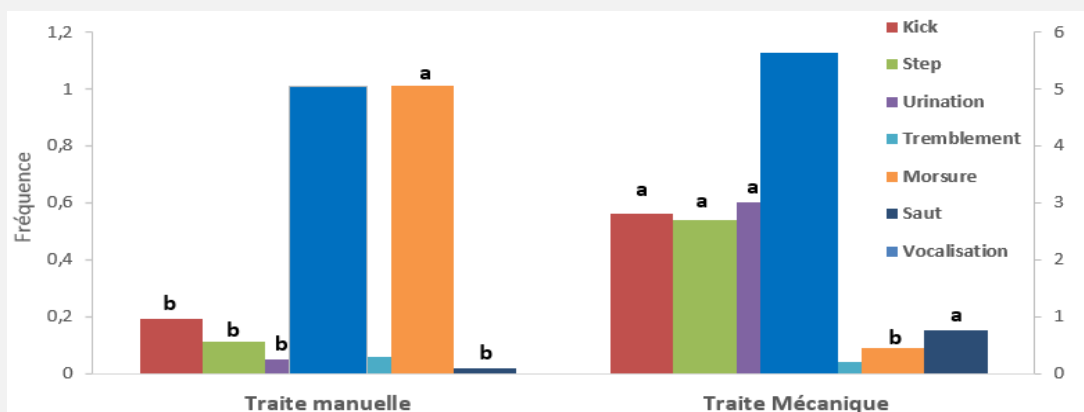


Figure 1 : Réponse comportementale des chamelles en fonction de la pratique de traite

À l'exception du comportement de morsure, tous les comportements liés au stress (de peur ou de défense) ont été significativement plus faible en traite manuelle. La chamelle tend à mordre ses congénères ou le trayeur pour se défendre ou défendre son petit. Le comportement de morsure étant significativement plus élevé en traite manuelle à cause de la présence du chamelon, la chamelle connue par un comportement maternel fort, devient plus protectrice envers son petit ce qui explique ainsi cette différence. De plus, en traite manuelle, le trayeur entre en contact direct avec l'animal sans les barrières de l'installation de traite.

Parallèlement, aucune différence du comportement de vocalisation n'était enregistrée entre la traite manuelle et la traite mécanique ($5,04 \pm 0,80$ vs. $5,64 \pm 0,60$ respectivement). En effet, en traite manuelle, la fréquence élevée notée chez les chamelles peut être attribué à la présence de leurs chamelons et au comportement maternel caractérisé par des signaux vocaux échangés entre la mère et son petit (Hammadi et al. 2018).

L'état de vigilance a été utilisé comme indicateur de stress aigu et de peur chez la vache laitière (Welp et al. 2004). La vigilance de l'animal est associée souvent avec l'approche d'une menace (personne étrangère, bruit inattendu, animaux dangereux...) ou liée à la nouveauté quand l'animal est introduit dans un nouveau milieu (changement d'enclos ou de ferme) ou durant les premiers passages à la traite mécanique (Wagner et al. 2013 ; Welp et al. 2004). Dans cette étude (figure 2), aucune différence n'a été enregistrée ($p=0,60$) pour l'état de vigilance des chamelles en traite manuelle ou mécanique (respectivement 60,82% vs. 53,58% des chamelles étaient considérées vigilantes).

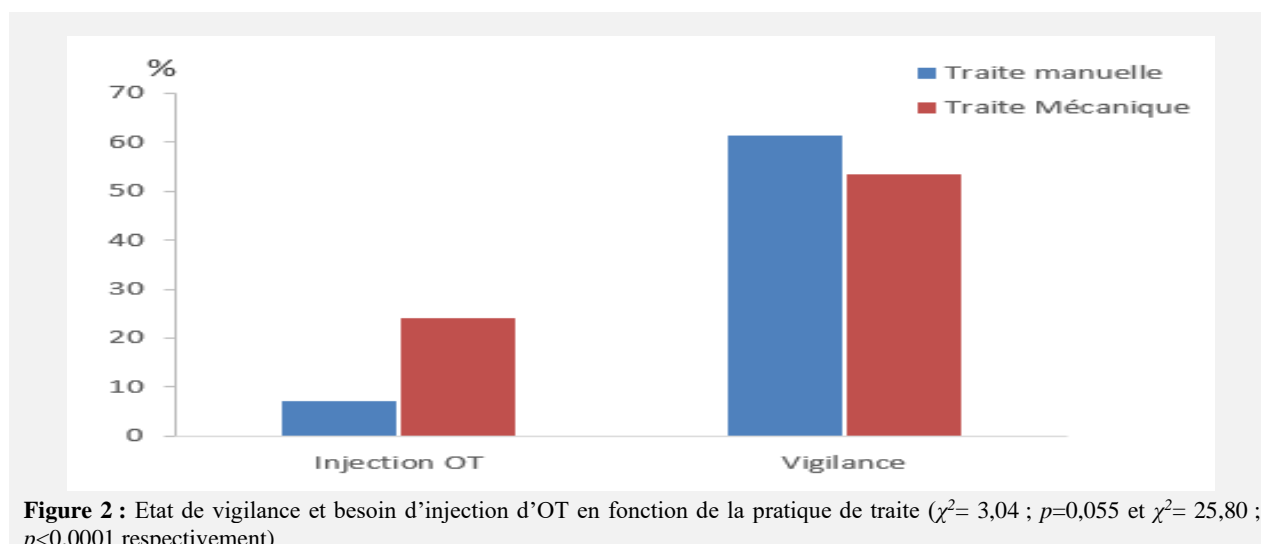


Figure 2 : Etat de vigilance et besoin d'injection d'OT en fonction de la pratique de traite ($\chi^2= 3,04$; $p=0,055$ et $\chi^2= 25,80$; $p<0,0001$ respectivement)

La vigilance des chamelles lors de la traite manuelle dans l'enclos de couchage peut être liée à la présence de leurs chamelons. En effet, la plupart des animaux apparaissent vigilants lors de l'allaitement (Armstrong 1988). Dans leur revue systématique, Meagher et al. (2019) ont montré que le contact prolongé des vaches avec leurs veaux et l'allaitement pendant quelques mois augmente le stress aigu et la vigilance des mères. Cependant, la décharge endogène d'ocytocine est significativement mieux stimulée ($\chi^2= 25,80$; $p<0,0001$) en présence du chamelon. En effet, le besoin d'une injection exogène d'OT en traite manuelle n'a été enregistré que chez 7,20% des cas contre 23,99% en traite mécanique.

Également, les comportements indicateurs de bien être sont significativement plus élevés en traite manuelle (Figure 3). La rumination a été considéré comme un signe de bon déroulement de la traite chez les animaux laitiers (De Rosa et al. 2009 ; Andrea et al. 2015). Berger et al. (2004) considèrent qu'un animal qui ne rumine pas dans l'enclos de traite, n'est pas dans des conditions favorables et n'exprimera pas tout son potentiel. En effet, la chamelle rumine plus fréquemment et les cycles méryciques durent plus longtemps en traite manuelle (3,29 et 112,73 s respectivement) que durant la traite mécanique (2,22 et 67,5 s respectivement).

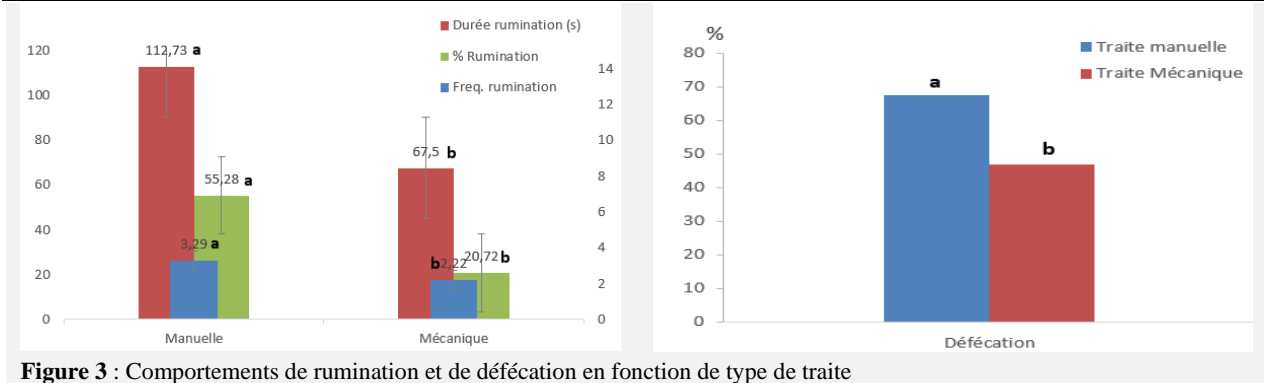


Figure 3 : Comportements de rumination et de défécation en fonction de type de traite

L'élimination solide étant considérée comme signe de stress aigue chez la plupart des animaux d'élevage. Ce comportement est fréquent chez les génisses durant les premiers passages à la traite mécanique et la transition à la traite automatique chez la vache laitière (Jacobs et Siegford 2012). Toutefois, chez la chamelle, on a enregistré l'occurrence d'élimination solide non abondante limitée à quelques crottes solides juste avant la décharge de lait. Cette défécation a été interprétée par une relaxation du muscle lisse du rectum qui peut être liée à la décharge d'OT. Le test Chi carré a montré que ce comportement a été exhibé significativement ($\chi^2 = 24,65 ; p < 0,0001$) plus fréquemment par les chammelles en traite manuelle qu'en traite mécanique (respectivement 67,5% et 46,79% des cas). Ceci reflète la relaxation et le bien-être de la chamelle pendant la traite manuelle grâce à la présence de la relation mère-petit lors de la traite. En plus d'une bonne relation animal-trayeur dont les chammelles ont été habituées aux mêmes manipulateurs qui assurent à la fois la traite et les soins journaliers de ces animaux (alimentation, abreuvement, nettoyage...). Les signes de bien-être (rumination, défécation solide, absence de mouvements de défense et attitude détendue...) peuvent être dus à une confiance globale aux trayeurs. Il a également été démontré chez les brebis (Marnet et Negrao 2000) et les chèvres (Komara et Marnet 2009) que la période de transition à la traite mécanique pouvait affecter les comportements et les performances de lactation des animaux.

3.3. Evolution de la réponse comportementale des chammelles après transition à la traite mécanique

A l'exception du comportement de vocalisation, tous les indicateurs de stress aigue ont diminué significativement une semaine après la transition à la traite mécanique, au fur et à mesure que les chammelles s'habituèrent au nouvel endroit, bruit, équipements et à la nouvelle conduite de traite (Figure 4). Les comportements de défense à savoir les coups de pattes (Kick et Step) ont chuté significativement après la première semaine ($2,83 \pm 0,67$ à $0,41 \pm 0,10$ et $2,95 \pm 0,51$ à $0,72 \pm 0,15$ respectivement de la première à la deuxième semaine).

Le comportement de vocalisation est resté élevé deux semaines après la transition et n'a diminué qu'à partir de la 3^{ème} semaine (S1 : $9,83 \pm 0,31^a$; S2 : $9,43 \pm 1,91^a$; S3 : $4,44 \pm 1,12^b$; S4 : $3,51 \pm 0,73^b$; S5 : $1,75 \pm 0,81^b$). Le retrait des gobelets trayeurs a été enregistré chez les chammelles les plus nerveuses durant la première semaine de traite mécanique ($0,12 \pm 0,06$) et diminué significativement en deuxième semaine ($0,01 \pm 0,01$) pour s'annuler en 4^{ème} semaine après transition.

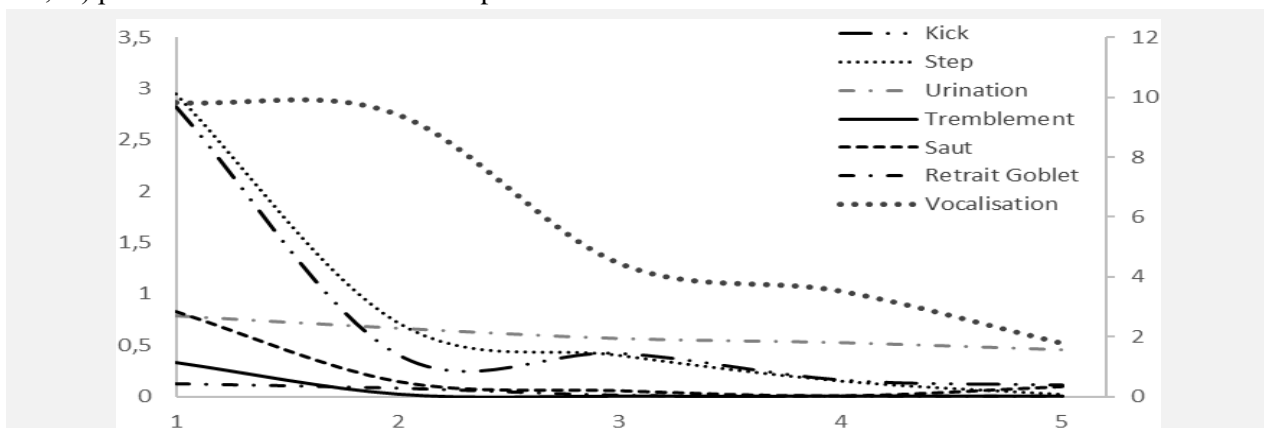
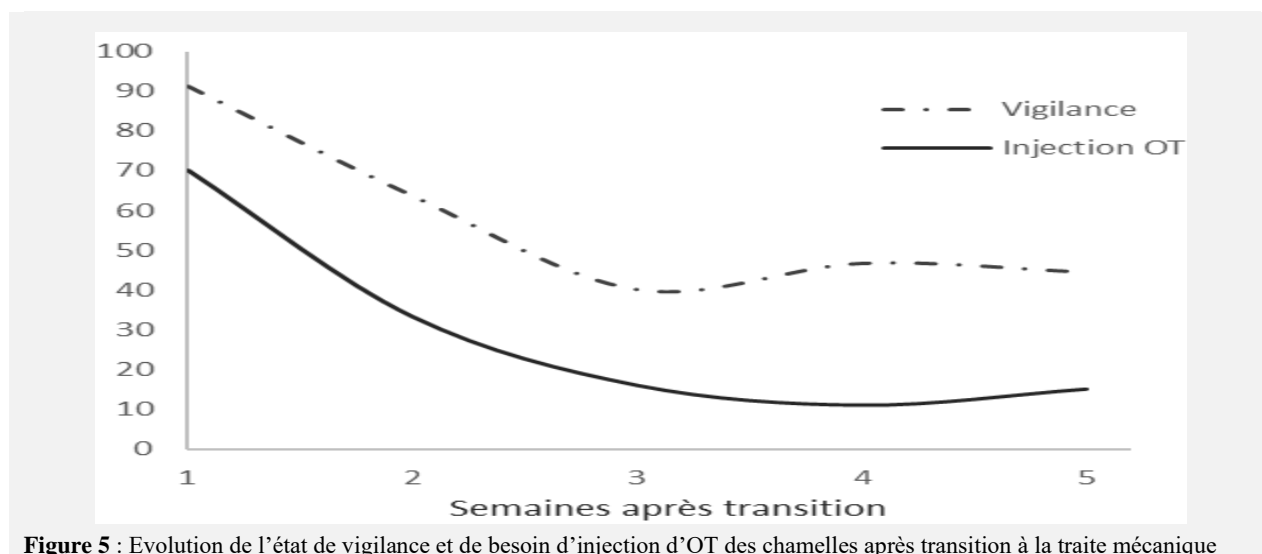


Figure 4 : Les instances des comportements liés au stress ont diminué au fil du temps ($P < 0,001$)

Tandis que l'urination, comportement lié à la peur de l'animal, n'a pas diminué significativement ($P=0,23$) en fonction du temps malgré sa réduction progressive. L'existence des individus peureux au sein du groupe peut être la cause de tel comportement. Il a été démontré chez les bovins laitiers que la personnalité des vaches peut influencer leurs comportements ainsi que leur productivité (Hendlund et Lovlie 2015). Ces auteurs ont montré que les vaches ayant un tempérament nerveux exhibent plus les comportements de stress aigu durant la traite mécanique et face à une situation inhabituelle (vocalisation, step, kick...). Hendlund et Lovlie (2015) ont associé les comportements de vocalisation et les coups de pattes à une production plus faible de lait.

Parallèlement, le niveau de vigilance des chamelles a chuté significativement ($\chi^2= 52,33$; $P<0,0001$) en s'habituant à la nouvelle situation et environnement de traite. Ceci s'est traduit par un besoin décroissant ($\chi^2=31,83$; $P<0,0001$) aux injections exogènes d'OT pour stimuler l'éjection du lait (Figure 5). En effet, au début du dressage à la traite mécanique, plus que 70% des chamelles ont exigé une injection d'OT contre seulement 16% en 3^{ème} semaine.



Le besoin d'administration d'OT durant les premières sessions de traite mécanique a été enregistré chez les espèces et les races caractérisées par un tempérament nerveux. Entre autres, chez les buffles, Cavallina et al. (2008) rapportent que 100% des bufflonnes ont eu besoin d'injection d'OT durant le 1^{er} jour de la traite mécanique. La fréquence d'administration de l'ocytocine a diminué significativement ($\chi^2= 44,2$, $P <0,001$) rapidement au cours des trois premières semaines, comme pour les coups de pied et les mictions ($\chi^2=6,14$, $P <0,05$ et $\chi^2=7,17$, $P <0,05$ respectivement). Aussitôt que l'administration d'OT s'arrête le mieux c'est. Tout d'abord, c'est un indicateur fiable de l'habituation des chamelles à la traite mécanique. De plus, il a été démontré que la désensibilisation du pis envers l'OT endogène se produit lorsqu'il est exposé à des concentrations plasmatiques élevées d'OT exogène, à la fois à court terme pendant la traite et à long terme en raison d'un traitement chronique à forte dose (Belo et Bruckmaier 2010).

En contrepartie, les comportements indicateurs de bien être ont augmenté à mesure que les chamelles s'habituèrent au nouvel environnement de la salle de traite et aux nouvelles pratiques (Tableau 2). La fréquence rumination a montré une amélioration à partir de la 2^{ème} semaine de dressage, quant à la durée et le pourcentage de temps passé à la rumination durant la traite ont présenté des niveaux statistiquement similaires à partir de la 3^{ème} semaine. Pareil pour la défécation aux alentours de l'éjection du lait, qui augmentait significativement indiquant l'adaptation des chamelles à la nouvelle situation.

Tableau 2 : Evolution des comportements indicateurs de bien être après transition à la traite mécanique

Semaine	1	2	3	4	5
Défécation (%) ($\chi^2=19,55$; $P=0,0006$)	22,80	45,73	41,60	51,90	73,33
Fréquence de rumination	0,93 ± 0,37 ^b	2,23 ± 0,35 ^a	1,95 ± 0,31 ^{ab}	2,66 ± 0,29 ^a	2,49 ± 0,52 ^a
Durée de rumination (s)	17,67 ± 6,51 ^c	61,91 ± 9,72 ^b	69,5 ± 9,84 ^{ab}	85,24 ± 9,27 ^a	67,76 ± 12,54 ^{ab}
Durée de rumination (%)	4,91 ± 0,02 ^c	16,02 ± 0,01 ^b	20,15 ± 2,90 ^{ab}	38,78 ± 2,80 ^a	29,40 ± 5,32 ^a

^{a, b, c} : Les valeurs avec des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ($P<0,05$)

3.4. Corrélation entre réaction comportementale et l'injection d'ocytocine

Le calcul du coefficient de corrélation de Pearson a montré des corrélations fortes et significatives entre la réponse comportementale au cours de la traite et l'inhibition de la décharge d'OT à la traite (Tableau 3). Les comportements qui semblaient être significativement liés à l'injection d'OT étaient principalement la vocalisation, l'urination, la vigilance et les coups de pied (Kcik et Step) ($P < 0,001$). Effectivement, ces comportements sont des indicateurs de stress aigu connus par leur effet d'inhibition central du réflexe de décharge d'OT qui est le résultat d'inhibition de la libération d'OT par l'hypophyse et peut être aboli en donnant de l'OT exogène (Bruckmaier 2005). Chez les bovins, l'inhibition centrale de l'éjection du lait est souvent associée à des facteurs de stress émotionnels, tels que la traite dans un nouvel environnement (Bruckmaier et al. 1993) ou la traite pour la première fois, dans le cas des génisses primipares (Van Reenen et al. 2002).

Comme prévu, les comportements d'agitation liés aux mouvements des membres postérieurs de l'animal sont hautement corrélés à l'incidence de retrait de gobelet trayeur ($P < 0,0001$). En effet, la plupart des mouvements de coup de pieds exhibés en traite mécanique cible le gobelet trayeur pour l'enlever à cause de la sensation de douleur et de malaises sentit au niveau du pis. Une attention particulière durant la période d'habituation à la traite mécanique à la chute des gobelets est fortement recommandée. Les comportements indicateurs de bien être sont hautement et négativement corrélés à l'injection d'OT. Ceci indique que la rumination durant la traite et la défécation au début de la traite sont des bons indicateurs d'une bonne stimulation de la décharge de d'OT.

Tableau 3 : Coefficient de corrélation de Pearson entre le comportement des chamelles et l'incidence de retrait des gobelets trayeurs et la fréquence d'injection d'OT

	Kick	Step	Vocal.	Urin.	R.Gob.	Vigil.	Déféc.	Rumin.
Step	0,52***	-	-	-	-	-	-	-
Vocal.	0,14**	0,04	-	-	-	-	-	-
Urin.	0,11*	0,07	0,51***	-	-	-	-	-
R. Gob.	0,60***	0,48***	0,05	0,08	-	-	-	-
Vigil.	0,17**	0,17**	0,27***	0,14**	0,06	-	-	-
Déféc.	-0,15**	-0,19**	-0,24***	0,12*	-0,09	-0,14**	-	-
Rumin.	-0,16**	-0,17**	-0,27***	0,20***	-0,07	-0,12*	0,36***	-
Inj.OT	0,27***	0,34***	0,53***	0,31***	0,15**	0,31***	-0,30***	-0,36***

Vocal. : Vocalisation, Urin. : Urination, R. Gob : Retrait du gobelet trayeur ; Vigil. : Vigilance ; Déféc. : Défécation ; Rumin. : Ruminations ; Inj.OT : Injection d'Ocytocine.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,001$; *** $P < 0,0001$

3.5. Evaluation du dressage des chamelles et index d'habituation (IH)

Afin d'évaluer le niveau d'acceptation de la traite mécanique par les animaux laitiers, plusieurs approches ont été décrites. Un score FSK (Flinching, Stepping et Kicking) de 4 points a été défini en se basant sur les mouvements et l'agitation de la vache dans la salle de traite (Sutherland et Huddart 2012). Chez la bufflonne, un score pour estimer le niveau de stress en se basant sur une appréciation subjective du comportement des animaux a été adopté par Andrea et al. (2015). La méthode la plus objective pour évaluer l'adaptation des animaux laitiers à la traite mécanique la plus utilisée est basée sur le comptage des comportements de stress (Cavallina et al. 2008 ; Jacobs et Siegford 2012 ; Hedlund et Lovlie 2015). Dans cette étude nous avons établi un index d'habituation (IH) des animaux à la traite calculé sur la base des comportements de stress exhibés par les chamelles au cours des séances de traite. **IH** varie de 0 à 1 où 0 correspond au refus total de la traite et un score rapprochant de 1 signifie un niveau élevé d'habituation et d'acceptation de la technique.

Nos résultats ont montré que le **IH** des chamelles varie de 0,40 à 1,00. Pendant la période de traite manuelle **IH** était de 0,96 et 0,91 respectivement pour la 1^{ère} et la 2^{ème} semaine. **IH** a chuté significativement ($P < 0,0001$) durant la transition à la traite mécanique pour rétablir au bout de la 3^{ème} semaine de dressage (Figure 6).

Cet index reflète une bonne aptitude et acceptation de la traite mécanique des chamelles. Ceci peut être dû d'une part à la présence des chamelles expérimentées dans le groupe et d'autre part aux faites que les chamelles sont habituées au contact humain et à la manipulation. Le passage par deux semaines de traite manuelle a pour objectif d'habituer les animaux au contact proche avec le trayeur et la manipulation de la mamelle d'une part et le sevrage progressif du chamelon d'autre part. Cette pratique est recommandée pour

limiter l'introduction brutale de la traite mécanique qui pourrait avoir des conséquences plus violentes sur la réponse comportementale des chèvres.

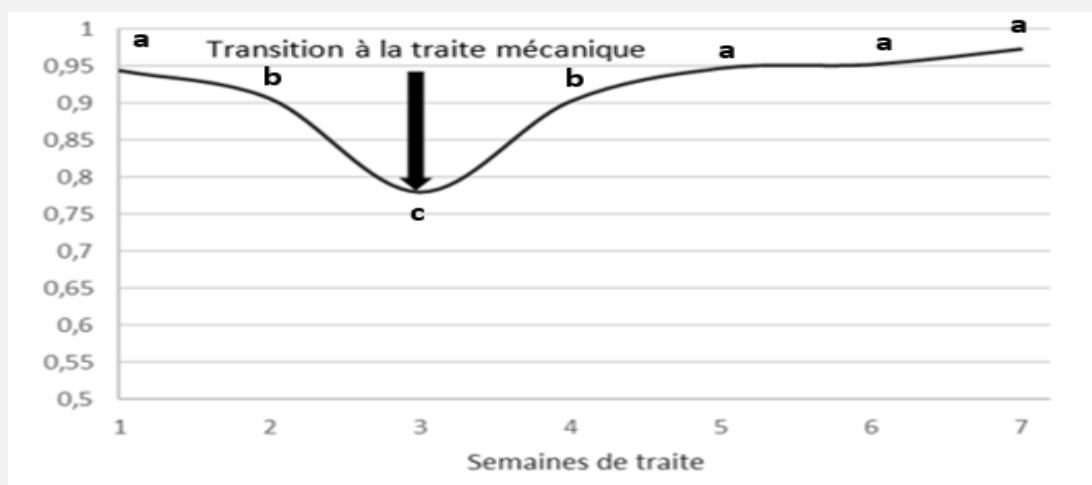


Figure 6 : Evolution de l'index de dressage

L'évolution de l'**IH** indique que les chèvres sont capables avec cette conduite mixte de traite de s'habituer et accepter la traite mécanique sans la présence du chamelon ni l'injection excessive d'OT au bout de 2 semaines. Ces résultats confirment ceux trouvés par Hammadi et al. (2010) qui ont conclu que la chèvre se laisse traire facilement après deux semaines de dressage. Les premières traites mécaniques pour les génisses laitières sont aussi stressantes que chez les espèces laitières non conventionnelles quoique leur habitude soit plus rapide. Sutherland et Huddart (2012) ont montré que les comportements aversifs diminuent significativement au bout de 5 jours et qu'un dressage pré-partum à l'entrée dans la salle de traite pourrait atténuer leur stress et peur durant la première semaine de traite mécanique. Chez la brebis laitière de race Lacaune, la conduite mixte (tétée/ traite) est commune pour assurer la tétée du petit et la vidange complète de la mamelle avant le sevrage. Il a été démontré que plus la brebis allaite son agneau, plus la transition à la traite mécanique est difficile vu que la stimulation de la décharge d'OT par la machine est moins bonne à cause du comportement maternel. Une chute de 20 à 25% de la production laitière a été enregistrée à la transition. Cette transition est assez rapide, et au bout de 48h la brebis se laisse traire facilement et on obtient une décharge d'OT en réponse à la stimulation par la machine (Berger et al. 2004). Chez les animaux à tempérament nerveux à savoir les buffles, l'habitude des animaux à la traite mécanique, jugée par leur indépendance à l'injection d'OT et la chute des comportements de stress, n'est observée qu'après 16 jours du début de dressage sachant que les comportements de stress restent relativement élevés même à 30 jours de traite mécanique (Cavallina et al. 2008).

3.6. Production laitière

L'évolution de la production laitière journalière des chèvres a été suivie durant la période du dressage. La transition à la traite mécanique s'est traduite par une chute significative de la production totale de lait le jour (Figure 7) qui se rétablit rapidement et on a enregistré une augmentation progressive et linéaire à partir de la deuxième semaine après passage à la traite mécanique.

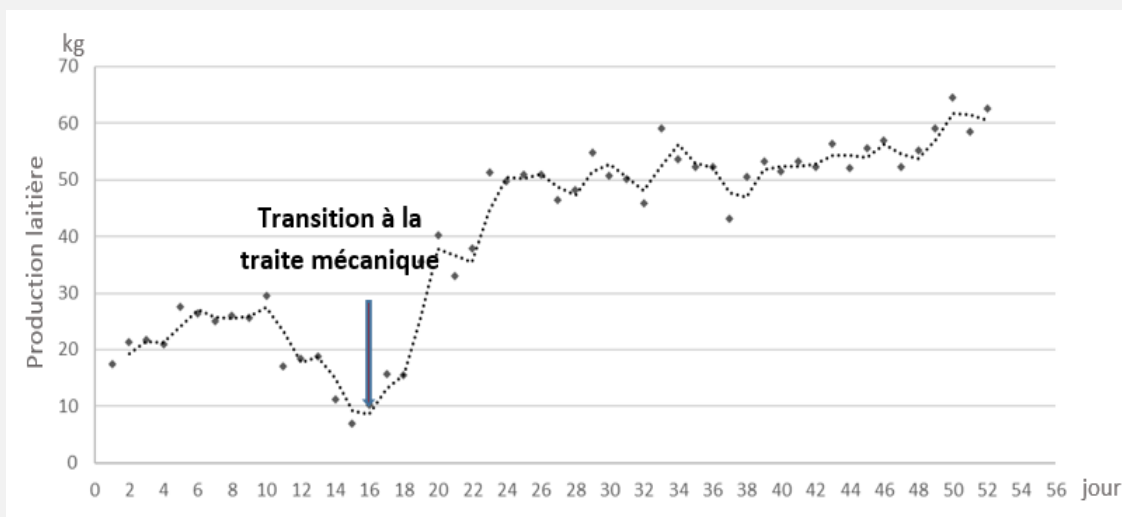


Figure 7 : Evolution de la production laitière durant la traite manuelle et après transition à la traite mécanique.

Durant les cinq premiers jours de la traite manuelle, la quantité du lait journalière enregistrée est relativement stable, elle est aux alentours de 2,38 kg/jour en moyenne pour chaque chamelle. La chute de la production laitière durant les premiers jours de transition à la traite mécanique peut être expliquée par une vidange incomplète de la mamelle et la rétention laitière qui caractérise les traites dans des conditions stressantes. Chez la chamelle laitière, Atigui et al. (2014) ont montré qu'environ 42% du lait ont été retenu lorsque les chamelles étaient stressées. Cela a été rapporté aussi pour la vache laitière par Varlyakov et al. (2011) qui ont déclaré que le stress aigu pendant la traite est susceptible de produire une diminution de la production du lait. Ce phénomène a été rapporté aussi chez la vache laitière au cours de la transition de la traite conventionnelle à la traite automatique (Weiss et al. 2004 ; Jacobs et Siegford 2012). De même, chez la bufflonne, Cavalinna et al. (2008) ont trouvé que 41,7% des bufflonnes primipares et 32,1 des multipares ont retenu leur lait durant les premières séances de traite mécanique. Il a également été démontré chez les brebis (Marnet et Negrao 2000) et les chèvres (Komara et Marnet 2009) que la période de modification de la gestion / du rythme de traite pouvait affecter les performances de lactation des animaux.

Au-delà on note une augmentation progressive de la production laitière pour atteindre en moyenne 5,3 kg/j/chamelle pendant la dernière semaine de l'essai au fur et à mesure que les animaux s'habituaient au nouvel environnement de la salle de traite.

4. Conclusion

Il s'avère de cette étude que la chamelle s'adapte à l'environnement et les pratiques de la traite mécanique en salle de traite au bout de 5 semaines et se laisse traire facilement en passant par une période de traite manuelle qui a pour objectif l'habituation des chamelles à la manipulation du pis et le sevrage progressif des chamelons. Les comportements de rumination durant la traite est la défécation au moment de l'éjection de lait s'avèrent des bons indicateurs du bien-être de la chamelle au cours de la traite et signalent une bonne stimulation de l'animal. D'autres conduites et pratiques pour faciliter le dressage et alléger le stress doivent être testées afin de proposer le protocole le plus approprié permettant à la fois de faciliter le travail de l'éleveur et garantir le bien être des chamelles laitières.

Remerciements

Ce travail a été financé par l'IRESA (Institut de la recherche et de l'enseignement supérieur Agricole, Tunisie) à travers le projet : MECAMEL [Promotion de la mécanisation de la traite chez les petits éleveurs des chamelles laitières]. Les auteurs tiennent à remercier vivement Mr Faouzi Soussi de *Agri-Mat* pour son assistance technique et aide pour la conception et l'adaptation de la salle de traite des chamelle, Mr Bechir Saafi et Lassad Khalfalli pour l'assistance durant les manipulations et l'enregistrement des données.

Références

- Aljumaah RS, Almutairi FF, Ismail E, Alshaikh MA, Sami A, Ayadi M (2012)** Effects of production system, breed, parity and stage of lactation on milk composition of dromedary camels in Saudi Arabia. *J Anim Vet Adv* 11: 141–147.
- Andrea MV, Marcondes CR, Bagaldo A, DeOliveira KN, DeOliveira-Strada E, Souza-Conde E, De-Souza SLG (2015)** Behavior of Murrah buffaloes under influence of strangers in the milk parlor during milk control. *Rev. MVZ Córdoba* 20 (3): 4709 – 4719.
- Armstrong WE, (1988)** Central nervous system control of oxytocin secretion during lactation. In: Knobil and Neill's physiology of reproduction. Eds: TM Plant and AJ Zeleznik 4th Edition, Volume 1. Elsevier Inc. pp: 527 – 566.
- Atigui M, Marnet PG, Ayeb N, Khorchani T, Hammadi M (2014)** Effect of changes in milking routine on milking related behaviour and milk removal in Tunisian dairy dromedary camels. *J Dairy Res* 81(4): 494–503.
- Atigui M (2007)** Mécanisation de la traite de la chamelle. Mémoire de projet de fin d'étude. Université de Carthage, Tunis. 45p.
- Atigui M (2014)** Caractéristiques anatomo-physiologiques de la glande mammaire chez la chamelle en Tunisie et son aptitude à la mécanisation de la traite. Thèse de doctorat en cotutelle, Université de Carthage, Tunis/Université Européenne de Bretagne, Rennes. 158p.
- Ayadi M, Aljumaah RS, Musaad A, Samara EM, Abelrahman MM, Alshaikh MA, Saleh SK Faye B (2013)** Relationship between udder morphology traits, alveolar and cisternal milk compartments and machine milking performances of dairy camels (*Camelus dromedarius*). *Spanish J Agri Res* 1: 790–797.
- Belokobylenko VT (1978)** Principles of selection of female camels for machine milking. *Vest. Sel., Khoz Nauki Kazakhsk* 11: 65-68.
- Belo CJ, Bruckmaier RM (2010)** Suitability of low-dosage oxytocin treatment to induce milk ejection in dairy cows. *J Dairy Sci* 93 :63–69.
- Berger Y, Billon P, Bocquier F, Caja G, Cannas A, McKusick B, Marnet PG, Thomas D (2004)** Management for better milk yield and quality. In: *Fundamentals of Sheep Dairying in North America*. Cooperative Extension Publishing, University of Wisconsin Extension, Madison. pp: 81– 86.
- Bristow DJ, Holmes DS (2007)** Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiol Behav* 90 (4): 626 – 628.
- Bruckmaier RM, Schams D, Blum JW (1993)** Milk removal in familiar and unfamiliar surroundings: concentration of oxytocin, prolactin, cortisol and β -endorphin. *J Dairy Res* 60: 449–456.
- Bruckmaier RM, (2005)** Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. *Dom Anim Endo* 29 (2): 268–273.
- Cavallina R, Roncoroni C, Campagna MC, Minero M, Canali E, (2008)** Buffalo behavioural response to machine milking in early lactation. *Ital J Anim Sci* 7: 287–295.
- De Rosa G, Grasso F, Braghieri A, Bilancione A, Di Francia A, Napolitano F, (2009)** Behavior and milk production of buffalo cows as affected by housing system. *J Dairy Sci* 92 (3) : 907 – 912.
- Filipovic D, Kokay M (2009)** The comparison of hand and machine milking on small family dairy farms in central Croatia. *Liv Res Rural Dev* 21: 74. Consulté le 17 May 2020 <http://www.lrrd.org/lrrd21/5/fili21074.htm>.
- Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM (2007)** Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J Dairy Sci* 90: 3349–3354.
- Gomèz Y, Terranova M, Zähler M, Hillmann E, Savary P, (2017)** Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. *J Dairy Sci* 100: 1331–1339.
- Hammadi M, Atigui M, Ayadi M, Barmat A, Belgacem A, Khaldi G, Khorchani T, (2010)** Training period and short time effects of machine milking on milk yield and milk composition in Tunisian Maghrebi camels (*Camelus dromedarius*). *J Camel Prac Res* 17: 1–7.
- Hammadi I, Brahmi M, Doghbri L, Atigui M, Chniter M, Hammadi M, (2018)** Peripartum behavior and establishment of the mother-young relationship in stabled Maghrebi dromedary camels. The 5th conference of the International Society of Camelid Research and Development: *Recent Advances in Camels Biology* 584: 151–152.
- Hedlund L, Løvlie H (2015)** Personality and production: Nervous cows produce less milk. *J Dairy Sci* 98: 5819–5828.
- Jacobs JA, Siegford JM (2012)** Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *J Dairy Sci* 95 :1575–1584.

- Komara M, Marnet PG (2009)** Conduite en monotraite chez la chèvre alpine : application dès la mise basse ou après une à trois semaines de traite biquotidienne ou de conduite mixte monotraite/ tétée ? Renc Rech Rum 16: 179–182.
- Larousse (2020)** Dictionnaire, dresser, [En ligne], consulté le 13/04/20
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/dresser/26787>
- Marnet PG, Negrao JA (2000)** The effect of a mixed-management system on the release of oxytocin, prolactin, and cortisol in ewes during suckling and machine milking. *Repro Nutri Dev* 40: 271–281.
- Marnet PG (2013)** Milking procedures and facilities. In Park YW, Haenlein GFW (ed) *Milk and dairy product in human nutrition: production composition and health*. Wiley & Sons Ltd.
- Meagher RK, Beaver A, Weary DM, Von Keyserlingk MAG (2019)** A systematic review of the effects of prolonged cow–calf contact on behavior, welfare, and productivity. *J Dairy Sci* 102: 5765–5783.
- Nagy P, Juhász J (2016)** Review of present knowledge on machine milking and intensive milk production in dromedary camels and future challenges. *Trop Anim Health Prod* 48: 915–926.
- Rushen J, Munksgaard L, Marnet PG, DePassille AM (2001)** Human contact and the effect of acute stress on cows at milking. *Appl Anim Beh Sci* 73 : 1–14.
- Saltalamacchia F, Tripaldi C, Castellano A, Napolitano F, Musto M, De Rosa G (2007)** Human and animal behaviour in dairy buffalo at milking. *Ani Welfare* 16: 139-142.
- Schirmann K, Von Keyserlingk MAG, Weary DM, Veira DM, Heuwieser W (2009)** Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *J Dairy Sci* 92: 6052–6055
- Schirmann K, Weary DM, Heuwieser W, Chapinal N, Cerri RLA, Von Keyserlingk MAG (2016)** Rumination and feeding behaviors differ between healthy and sick dairy cows during the transition period. *J Dairy Sci* 99 (12): 9917–9924.
- Singh M, Dang AK (2004)** Machine milking of dairy animals: advantages and limitations. *Indian Dairyman*, 56: 33–36.
- Sutherland MA, Huddart JF (2012)** The effect of training first-lactation heifers to the milking parlor on the behavioral reactivity to humans and the physiological and behavioral responses to milking and productivity. *J Dairy Sci* 95 : 6983–6993.
- Van Reenen CG, Van der Werf JTN, Bruckmaier RM, Hopster H, Engel B, Noordhuizen JPTM, Blokhuis HJ (2002)** Individual differences in behavioral and physiological responsiveness of primiparous dairy cows to machine milking. *J Dairy Sci* 85: 2551–2561
- Varlyakov I, Radev V, Slavon T, Grigorova N (2011)** Behaviour of cows in milking parlour. *Agri Sci Tech* 3 (2): 107 – 111.
- Vilanova XM, Smith AJ (2014)** Comportement, conduite et bien-être animal. Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. Versailles, Éditions Quæ, *Agricultures tropicales en poche*, 183 p.
- Villemin M (1984)** Dressage. Dictionnaire des termes Vétérinaire et Zootechniques - 3e édition. Paris, Vigot, pp. 137
- Wagner K, Barthb K, Hillmann E, Palme R, Futschike A, Waiblinger S (2013)** Mother rearing of dairy calves: Reactions to isolation and to confrontation with an unfamiliar conspecific in a new environment. *Appl Anim Beh Sci* 147: 43–54.
- Weiss D, Weinfurtner M, Bruckmaier RM (2004)** Teat Anatomy and its Relationship with Quarter and Udder Milk Flow Characteristics in Dairy Cows. *J Dairy Sci* 87: 3280–3289.
- Welp T, Rushen J, Kramer DL, Festa-Bianchet M, de Passillé AMB (2004)** Vigilance as a measure of fear in dairy cattle. *Appl Anim Beh Sci* 87: 1–13.
- Wernery U, Juhász J, Nagy P (2004)** Milk yield performance of dromedaries with an automatic bucket milking machine. *J Camel Prac Res* 11: 51-57.
- Wicks HCF, Carson AF, McCoy MA, Mayne CS (2004)** Effects of habituation to the milking parlour on the milk production and reproductive performance of first calving Holstein-Friesian and Norwegian dairy herd replacements. *Anim Sci* 78: 345–354.