



HAL
open science

Effet de la dépose automatique débitmétrique et de son paramétrage sur la traite de la chèvre Alpine. Effet sur le temps de travail, la quantité et la qualité du lait, l'inflammation mammaire et les tissus du trayon

Leïla Le Caro

► To cite this version:

Leïla Le Caro. Effet de la dépose automatique débitmétrique et de son paramétrage sur la traite de la chèvre Alpine. Effet sur le temps de travail, la quantité et la qualité du lait, l'inflammation mammaire et les tissus du trayon. Sciences agricoles. 2014. dumas-01086950

HAL Id: dumas-01086950

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01086950>

Submitted on 25 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS
OUEST

CFR Angers

CFR Rennes



Année universitaire : 2013.- 2014.....

Spécialité :

...Ingénierie Zootechnique.....

Spécialisation (et option éventuelle) :

.....

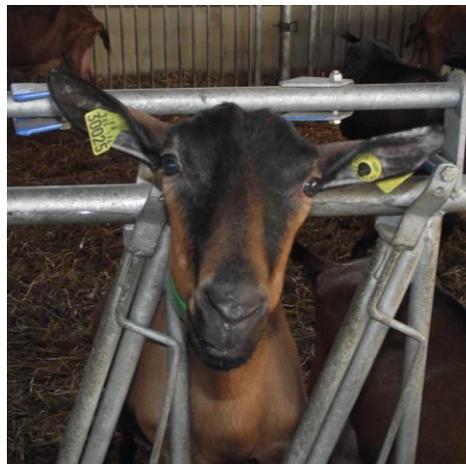
Mémoire de Fin d'Études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Effet de la dépose automatique débitmétrique et de son paramétrage sur la traite de la chèvre Alpine.

Effet sur le temps de travail, la quantité et la qualité du lait, l'inflammation mammaire et les tissus du trayon.

Par : Leïla LE CARO



Soutenu à Rennes

le

12/09/2014

Devant le jury composé de :

Président : Catherine Disenhaus

Maître de stage : Pierre-Guy Marnet

Enseignant référent : Vanessa Lollivier

Autres membres du jury : Renée De Crémoux
(Institut de l'élevage)

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciements

Je remercie chaleureusement Pierre-Guy Marnet, mon maître de stage, pour m'avoir proposé ce stage très enrichissant, qui a surpassé mes attentes et m'a vraiment passionné du premier au dernier jour. J'ai beaucoup appris sur la traite des petits ruminants avec Pierre-Guy, qui s'est toujours rendu disponible pour discuter de chèvres ou de matériel de traite avec moi. Je crois pouvoir dire que, grâce à lui, je suis mordue de chèvres moi aussi!

Pour les semaines de travail que nous avons enchaînées les unes après les autres dans la bonne humeur, un grand merci à l'équipe de choc des chevriers : Michel, Eric et François. L'humour et le soutien et les conseils de Papi Siroux et Tonton Michel m'ont été très précieux tout au long de mon stage. Un immense merci du fond du cœur à François, qui nous a permis de travailler dans les meilleures conditions grâce à ces talents de soudeur, pour son implication, et pour m'avoir fait partager les bons moments des soins aux animaux.

Ma reconnaissance éternelle à Solenn, pour m'avoir permis de récupérer des milliers de données en un temps record, pour avoir été là à chaque fois que j'avais besoin de renfort et pour ses fameux fous rires en salle de traite.

Enfin, je remercie vivement Jean-Marc pour son aide dans la gestion du mic-mac de données et ses encouragements, Thomas pour son aide précieuse en salle de traite et Alen Dzidic, professeur d'Université en Croatie, pour son travail titanesque dans l'analyse des photos thermiques. Merci également à Jean-Louis Poulet pour les discussions passionnantes concernant le fonctionnement de la machine à traire et Renée De Crémoux de l'institut de l'élevage pour avoir accepté d'examiner mon travail. J'espère avoir l'occasion de collaborer à nouveau avec l'équipe « petits ruminants » de l'institut de l'élevage.

Enfin, merci aux stagiaires, à toute l'équipe d'Agrocampus Ouest et aux animaliers de Méjusseume que j'ai croisés aux pauses café pour leur bonne humeur communicative.

Je remercie également Jacques Lassalas pour m'avoir accueillie dans les superbes installations de Méjusseume.

Abréviations et sigles

AP	Après la traite
AV	Avant la traite
CCS	concentration cellules somatiques
PL	Production laitière
TB	Taux butyreux
TP	Taux protéique
VL	Vache laitière

Table des figures et tableaux

Figures

Figure 1 Effet du stade de lactation sur les numérations cellulaires individuelles en fonction du statut infectieux de la glande mammaire (Bergonier et al, 2003)

Figure 2 Schéma d'une demi-mamelle chez la chèvre (Broqua et al, 1998)

Figure 3 Postes de pointage des mamelles de chèvre pour le calcul de l'index morphologique caprin (Capgènes, 2012)

Figure 4 Cinétiques d'émission du lait en traite caprine. Groupe A : traite rapide et débit élevé. Groupe B : Vitesse de traite et débit moyens. Groupe C : traite lente et débit faible. (Poulet J.L, 2013)

Figure 5 Schéma de l'installation de dépose automatique des faisceaux trayeurs (Poulet J.L, 2013)

Figure 6 Cinétique d'émission du lait et seuil de dépose automatique en caprin. (Poulet J.L, 2013)

Figure 7 Déroulement de l'expérience au cours du temps

Figure 8 Schéma de répartition des lots par traitement expérimental.

Figure 9 Installation en salle de traite, Lactocorder® en marche et chronomètre pour contrôle précis des temps de surtraite. Le Caro, 2014, Méjusseume.

Figure 10 Caractéristiques principales de la caméra thermique FLIR E 60 utilisée (D'après Pierre-Guy Marnet)

Figure 11 Découpage des cinq zones pour l'analyse des photos thermiques (d'après Alen Dzidic)

Figure 12 Planning des mesures effectuées lors des "semaines de mesures"

Figure 13 Production laitière par semaine de mesure et par traitement

Figure 14 Somme des accidents de traite totaux par traitement exprimés en % du total des accidents.

Figure 15 Courbe d'émission du lait d'une chèvre montrant un déséquilibre de traite et un défaut d'ouverture du sphincter en début de traite

Figure 16 Taux protéique par semaine de mesure et par traitement

Figure 17 Moyennes géométriques des CCS par semaine de mesure et par traitement

Figure 18 Temps de traite moyen par semaine de mesure, par traite et par traitement

Figure 19 Congestion des trayons par traitement et par semaine de mesure et par traite.

Figure 20 Exemple d'hernie de la mamelle (chèvre numéro 15), Méjusseume, Le Caro, le 30/06/14.

Figure 21 Ecart moyen de température après - avant la traite sur la période 1, par zone du trayon (gauche) en traitement "surtraite"

Figure 22 Ecart de moyen de température après - avant la traite sur la période 1, par zone trayon (gauche) en traitement "décrochage à 500g/min"

Tableaux

Tableau 1 Synthèse bibliographique des effets de différents seuils de dépose sur les critères de production laitière, de santé de la mamelle et de cinétique de traite

Tableau 2 Données de mise en lot (moyennes du lot et écart-type entre parenthèse de la production laitière, cellules somatiques (CCS), débit maximum mesuré pendant la semaine précédant l'expérience et nombre de chevrettes par lot)

Tableau 3 Détail de la réalisation des classes d'animaux pour les analyses statistiques complémentaires

Tableau 4 Effet du traitement sur la production laitière et la qualité du lait.

Tableau 5 Effet du traitement sur certains critères de la cinétique d'émission du lait pendant la traite

Tableau 6 Effets du traitement sur l'épaisseur des trayons et la température des trayons

Sommaire

Introduction	2
Positionnement bibliographique de l'étude	4
I) Production laitière et aptitudes à la traite de la chèvre.	4
Production laitière et qualité du lait chez la chèvre.....	4
L'aptitude de la chèvre à la traite	5
II) Traite en élevage caprin : surtraite et décrochages automatiques.....	6
La surtraite et les accidents de traite.....	6
Le décrochage automatique.....	6
III) Par quels outils peut-on appréhender l'effet de la traite mécanique sur les trayons?.....	7
IV) Effets du décrochage automatique en élevage bovin et caprin.....	9
Effet du décrochage automatique sur la production laitière, le temps de traite et la santé mammaire.....	9
Effet du décrochage sur la production laitière et la qualité du lait.	9
Effet du décrochage automatique sur le temps de traite.....	10
Effet du décrochage automatique sur les cellules somatiques, la surtraite et le risque de mammite.....	10
Matériel et Méthodes.....	11
I) Dispositif expérimental	11
Animaux expérimentaux	11
Mise en lot	11
Schéma expérimental	11
II) Mesures et observations	11
Matériel utilisé.....	11
Mesures en cours d'expérimentation.....	12
III) Analyse des résultats	13
Données retenues.....	13
Analyses statistiques.....	13
Résultats et discussions	14
I) Production laitière	14
II) Taux et lipolyse	15
III) Cellules et mammites cliniques.....	16
IV) Débit maximum, moyen et temps de traite.....	17
V) Epaisseur du trayon	18
VI) Données préliminaires de thermographie.....	19
Conclusion.....	20
Références bibliographiques	22

Introduction

En France, le nombre d'élevages caprins diminue (8400 en 2000 contre 5500 en 2011) (Allié, 2012) mais le nombre de chèvre par élevage s'accroît. A titre d'exemple, les très grands troupeaux (>500 chèvres) représentaient 6% du cheptel en Poitou-Charentes en 2000 contre 23 % en 2012 (Agreste Poitou Charente, 2012).

Un contexte d'attente de réduction du temps de travail

Que ce soit à cause de cet accroissement des effectifs pour lequel le travail d'astreinte pèse lourd ou, pour les petits élevages des fromagers, la superposition de différents métiers (production, transformation et vente), l'attente des éleveurs en matière d'allègement des charges de travail et d'amélioration de la qualité de vie est elle aussi croissante. Une chèvre correspond à 15h de travail par an, soit 3000 heures de travail pour un troupeau de 200 chèvres dont le lait est livré en laiterie (Guinamard, 2010). La traite compte pour 47% du temps de travail quotidien en élevage caprin livreur et représente donc l'astreinte principale de l'éleveur (Guinamard, 2010).

Une obligation : respecter la qualité du lait et réduire les infections mammaires

Si la traite apparaît comme un levier essentiel de gain de temps, les éleveurs doivent impérativement rester vigilants par rapport à la qualité du lait et à la prévalence d'infections mammaires dans le troupeau. Même si la relation entre le niveau de cellules somatiques et les infections mammaires est moins claire qu'en élevage bovin, les laiteries appliquent depuis le 17 janvier 2012 une nouvelle grille de pénalités financières durcie en cas de dépassement du seuil de 1 250 000 cellules/ml (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2012) afin d'inviter les éleveurs à la plus grande rigueur en matière d'hygiène de traite et de prévention des mammites. L'enjeu financier est primordial, d'autant plus qu'à la perte directe sur le prix du lait s'ajoutent des pertes indirectes (baisse de production jusqu'à 22% pour les plus atteintes, réformes anticipées, lait jeté, traitements sanitaires... (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2012).

Un levier : l'automatisation en salle de traite

La volonté des éleveurs caprins de gagner du temps à la traite tout en améliorant la santé de la mamelle est favorable à la démocratisation du décrochage automatique des faisceaux trayeurs, à l'image de ce qui se fait déjà en élevage bovin laitier. Cet outil permet, d'une part d'accélérer la fin de traite donc de gagner en productivité horaire par trayeur et d'autre part de limiter la surtraite, qui est souvent associée au décrochage manuel et à un risque avéré d'agression des trayons et d'accroissement du risque de mammite. Mais les éleveurs qui s'équipent d'un décrochage automatique en élevage caprin disposent de peu de matériel sur le marché et encore moins d'informations et de références concernant leurs réglages.

Une étude pour répondre à leur attente : le projet « mamovicap »

Notre étude, menée entre mars et juillet 2014 à l'INRA du Rheu s'inscrit dans le projet CASDAR « mamovicap » qui consiste à chercher des outils innovants d'intervention et d'aide à la décision pour la maîtrise des mammites en élevages de petits ruminants laitiers. Elle vise à tester **l'effet du décrochage automatique (et de son paramétrage en matière de seuil de débit de décrochage) par rapport au décrochage manuel sur les performances zootechniques, et la santé mammaire des chèvres ainsi que sur le temps de travail, et ceci, selon les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles des mamelles.** Ce travail a

été axé sur des mesures de comptages cellulaires, de congestion des trayons, sur une approche originale de thermographie des trayons lors de la traite et sur l'enregistrement de cinétiques d'émissions du lait ainsi que sur l'observation de la morphologie externe des mamelles.

Afin de mieux comprendre les bases biologiques et l'effet du matériel de traite étudié et ainsi de justifier des paramètres de notre étude on trouvera dans ce document un court positionnement bibliographique sur ces sujets, suivi de la présentation du matériel et des méthodes utilisés lors de l'expérimentation, avant l'exposé de nos premiers résultats et leur discussion.

Positionnement bibliographique de l'étude

1) Production laitière et aptitudes à la traite de la chèvre.

- **Production laitière et qualité du lait chez la chèvre.**

La production moyenne annuelle (sur 300 jours de lactation environ) dans les élevages français caprins est de 886 kg en race Alpine et 946 kg en race Saanen, avec 36,9 g/kg de matières grasses et 32,6 g/kg de matières protéiques (Douguet, 2013). Le niveau cellulaire moyen du tank en France est de 1 000 000/ml, ce qui n'est pas comparable avec l'élevage bovin ou ovin où il est de l'ordre de 300 000 à 500 000 cellules/ml (Clement *et al.*, 2008). En France, un éleveur est pénalisé financièrement lors du paiement du lait à partir de 1 250 000 cellules/ml en caprin et 200 à 250 000 cellules/ml en bovin (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2012). En élevage bovin, les CCS (concentrations en cellules somatiques) sont déjà utilisées comme critère de sélection de l'amélioration de la résistance aux mammites (Clément *et al.*, 2008) mais la prudence est de mise dans son utilisation en élevage caprin de part toutes les autres causes d'élévation des CCS connues.

Au plan physiologique, le parenchyme sécrétoire de la glande mammaire est composé d'alvéoles tapissées de cellules épithéliales sécrétrices. Ces dernières ont la particularité de souvent accompagner la libération du contenu en matières grasses et protéines, de la perte de tout ou partie de leur membrane apicale et de fragments cytoplasmiques et d'organites (sécrétion apocrine). Ces morceaux de cellules sans noyau, libérés lors de la sécrétion du lait, ne sont pas comptabilisés en France lors des mesures de CCS et ne contribuent donc pas directement, contrairement à une idée encore vivace, à ces concentrations très élevées qui apparaissent donc bien comme une spécificité d'espèce. En revanche, les fuites plasmatiques et la réparation constante du parenchyme peuvent expliquer ces CCS plus élevées.

Les CCS varient également beaucoup en fonction de facteurs non infectieux : Si les CCS ne sont pas corrélées avec le niveau de production laitière chez la chèvre, elles peuvent varier selon la parité (plus fortes en seconde lactation) ou certains aspects de la morphologie de la mamelle. Par exemple, une mamelle dont l'attache arrière est abimée sera favorable à des CCS élevées, tout comme les trayons épais et longs (Clement *et al.*, 2008). Selon Perrin *et al.* (1993), les CCS varient également à la hausse au cours de la traite, entre la traite du matin et celle du soir, au cours de la lactation (plus élevées en début et fin de lactation). De plus, la maladie du CAEV (Arthrite Encéphalite Caprine à Virus) dont le cheptel français est majoritairement porteur (73% à 95 % du cheptel selon Brunet, 2012 et Bousquet, 2005 respectivement) pourrait avoir un impact modéré additionnel sur les CCS des troupeaux (Perrin *et al.*, 1993). Enfin, bien qu'aucune étude claire n'existe à ce sujet chez les caprins, la machine à traire et ses réglages, connus pour faciliter les transmissions de germes et pouvoir affecter l'intégrité des trayons, pourrait être un facteur de risque d'accroissement des CCS souvent cité (Bergonier, 2003).

Bien évidemment, ces CCS traduisent aussi la présence d'infections intra-mammaires chez l'animal. Chez les individus infectés par un pathogène majeur, les CCS sont largement plus élevées tout au long de la lactation que celles des chèvres saines ou infectées par un pathogène mineur (figure 1). Les mammites cliniques, qui sont généralement d'origine bactérienne, concernent 87% des élevages en Poitou-Charentes et Deux-Sèvres et seulement 2% (Brunet *et al.*, 2012) à 5% (Bergonier *et al.*, 2003) du cheptel mais sont, en élevage caprin, la première cause de réforme « sanitaire » des animaux en début de lactation. Faute de mieux, le taux d'infections mammaires subcliniques est appréhendé par le biais du CCS de

lait de tank, même si le rôle des facteurs non infectieux sur les comptages cellulaires semble *a priori* plus important chez la chèvre. Au cours de la lactation, l'estimation de la proportion d'animaux concernés par les infections mammaires subcliniques va de 30 à 50% dans les élevages français (Bergonier *et al.*, 2003) et cela reste donc un enjeu que de réduire cette prévalence d'infection.

- **L'aptitude de la chèvre à la traite**

L'aptitude à la traite des chèvres est très variable selon la race et mais aussi l'élevage auquel les chèvres appartiennent.

L'aptitude à la traite est fortement corrélée avec la morphologie de la mamelle. La mamelle de la chèvre se divise en deux demi-mamelles (figure 2), dont la citerne est proportionnellement beaucoup plus volumineuse que celles des vaches (70 à 90% du lait total contre 25% respectivement, Broqua *et al.*, 1998). Cette morphologie, facilitant le stockage est donc un atout pour l'aptitude à la traite tant dans la liberté donnée à l'éleveur pour le rythme de traite et les horaires de traite choisis, que l'efficacité de la traite mécanique qui ne nécessite donc pas d'être aussi optimale que chez les animaux à faible citerne (vache, zébus, bufflonnes ou dromadaires) où l'absence de récupération complète du lait alvéolaire est alors moins pénalisante. En revanche, de grandes citernes entraînent parfois des morphologies très différentes en particulier des bas de mamelles et des zones d'attache de trayons qui peuvent devenir handicapantes pour la traite mécanique comme montré chez la brebis laitière (Labussière, 1988). Il est évident que cette morphologie externe est très hétérogène à ce jour dans les élevages caprins et cette morphologie se dégrade depuis une dizaine d'années (Clement *et al.*, 2006). C'est pourquoi les généticiens ont enfin intégré un index morphologique caprin (IMC) dans le schéma de sélection avec 3 postes en 2006 puis 2 postes supplémentaires de pointage en 2012 (figure 3). L'IMC représente aujourd'hui 13% de l'index global en race Alpine. L'objectif est d'agir sur la longévité fonctionnelle des animaux et de réduire les réformes prématurées, le temps de traite et les infections mammaires (Clement *et al.*, 2006).

Le trayon est rattaché à la mamelle au niveau du repli annulaire, zone où la peau et les tissus sont particulièrement irrigués, fins et fragiles. Le trayon se termine par un sphincter, tapissé de kératine protectrice (Broqua *et al.*, 1998). Là encore la diversité de morphologie des trayons est extrême mais, si un pointage de leur forme existe, il n'est pas utilisé aujourd'hui.

L'aptitude à la traite se mesure aussi pour partie à travers la vitesse de traite. La durée de traite d'une chèvre Alpine est de l'ordre de 3 minutes, avec un débit maximal moyen de 1,28 L/min (Marnet *et al.*, 2001). Ce dernier est positivement corrélé avec la parité de l'animal et sa production, les chèvres en deuxième lactation ayant les débits les plus élevés (Peris *et al.*, 1999). Ce débit de lait n'est pas constant au cours d'une traite. La cinétique d'émission du lait habituelle présente une augmentation rapide du débit lors des premières secondes après la pose, un plafonnement qui s'explique par le rôle limitant du sphincter dans l'émission du lait, puis une chute rapide du débit en fin de traite (figure 4) (Marnet *et al.*, 2001). Cependant, la variabilité de cette cinétique est grande entre les animaux, comme le représente la figure 4 qui regroupe les trois profils principaux de cinétiques d'émission du lait retrouvés en élevage. Les chèvres les plus confortables à traire sont celles dont le débit maximal est supérieur à 1kg /min et dont la traite ne dépasse pas 2 minutes. Certaines chèvres dont les traites sont particulièrement longues, appartenant au groupe C sur la figure 4, peuvent ralentir l'ensemble du chantier de traite de façon importante et devraient être éliminées (Marnet *et al.*, 2001).

Etant donné que chez la chèvre, les numérations cellulaires varient en fonction du pourcentage d'animaux présentant des infections mammaires dans le troupeau et mais aussi avec des facteurs non infectieux divers (parité, stade de lactation, morphologie, vitesse de traite...), il semble important, si l'on désire étudier l'impact de la machine à traire sur ces CCS, de contrôler au maximum ces critères et de travailler à l'échelle la plus longue possible sur la lactation.

II) Traite en élevage caprin : surtraite et décrochages automatiques.

La traite des chèvres s'effectue sur un modèle simplifié de celui des vaches. La préparation des mamelles avant la pose est généralement inexistante, tout comme le post-trempage après la dépose. Si le matériel et les principes de traite sont similaires avec les vaches laitières, les réglages de la machine à traire diffèrent avec des niveaux de vide recommandés plus faibles, un même rapport de pulsation mais surtout une fréquence bien plus élevée (de 90 à 120 pulsations/min contre 60 pulsations /min).

- **La surtraite et les accidents de traite.**

Les éleveurs de **vaches laitières** avaient historiquement pour habitude de favoriser l'égouttage et la repose de faisceaux afin de maximiser le rendement par vache (Rasmussen *et al.*, 2004). Ces méthodes entraînent une surtraite d'un ou plusieurs trayons, c'est-à-dire que le débit de lait à la sortie du canal du trayon est supérieur au débit de lait dans la citerne. Ce phénomène peut être responsable d'entrée d'air, voire d'injection de lait dans le canal du trayon par inversion du gradient de pression, ce qui agresse le trayon et favorise les contaminations bactériennes. Mais depuis, le travail des généticiens a amélioré le volume citernal des vaches qui sont de plus en plus faciles à traire et l'égouttage et la surtraite, sont aujourd'hui considérés comme inutiles et néfastes (Rasmussen *et al.*, 2004). Visuellement, la surtraite est souvent associée, juste après la dépose, à une extrémité de trayon rouge et congestionnée qui se traduit chez la vache par une augmentation de l'épaisseur de l'extrémité du trayon selon Paulrud *et al.* (2005) et peut engendrer à long terme une hyperkératose (début d'éversion des parois du sphincter du trayon laissant visible les couches internes de kératine qui le tapissent). Cela s'accompagne aussi parfois d'un anneau de compression à la base du trayon.

En traite caprine, la surtraite est encore largement répandue mais cette fois involontairement car le trayeur est souvent dépassé par le rythme de traite. Cependant, même lorsque un décrocheur automatique est présent (voir paragraphe suivant), le risque de surtraite est élevé pour les chèvres qui montrent un déséquilibre entre les deux demi-mamelles. En effet, si le débit de lait d'un des deux trayons est supérieur, il subira une surtraite le temps que le trayon le plus « lent » se vide. Concrètement, un temps de surtraite moyen de 20 à 45 secondes a été relevé sur un ensemble de 27 fermes commerciales homogènes en termes d'installations de traite (Billon *et al.*, 1999).

- **Le décrochage automatique.**

Le décrochage automatique est un outil déjà largement répandu en élevage bovin et de plus en plus plébiscité en élevage caprin. En effet, il permet une amélioration de la routine de traite et un meilleur rendement horaire par trayeur (Billon *et al.*, 2007). Le décrochage réunit un capteur de débit de lait, un boîtier de commande et un système de coupure du vide (figure 5). Le principe de son fonctionnement est simple : au moment de la pose, une temporisation initiale est appliquée afin d'éviter les déposes prématurées de la griffe. Lorsque le débit de lait chute en dessous du seuil de dépose fixé en fin de traite, une temporisation finale est

enclenchée afin de laisser le temps au lait de s'écouler et de s'assurer que le débit ne remonte pas (figure 6). Au terme de ce délai, le vide est coupé et le faisceau peut éventuellement être rétracté si l'installation est équipée de vérins.

En élevage bovin, le seuil de débit de décrochage communément appliqué est de 200g/min (Rasmussen *et al.*, 2004). Ce seuil enclenche le processus de dépose mais ne correspond pas forcément au débit réel de lait au moment où le faisceau se détache. Ainsi, selon le profil de cinétique de traite de l'animal et la durée de la temporisation (de 10 à 30 secondes en général), le débit de lait réel au moment de la dépose sera compris entre 200g et 0g/min (Rasmussen *et al.*, 2004).

En élevage caprin, bien qu'il n'existe que très peu de références, de plus en plus de décrochages automatiques sont installés pour aider les éleveurs confrontés à des effectifs croissants (Buesno-Rodenas *et al.*, 2014). En effet, sans décrochage automatique, Billon *et al.* (2001) considèrent qu'un trayeur ne peut pas gérer plus de 15 postes à la fois alors qu'il existe un nombre croissant d'installations à 20, 24 voire 36 postes qui ne disposent pas toujours de 2 trayeurs en continu. En simplifiant la fin de traite, l'utilisation du décrochage automatique permet donc de réduire le besoin de main d'œuvre et améliore la routine de traite en évitant la surtraite (Billon *et al.*, 2001). Les constructeurs préconisent en général un seuil de débit de dépose de 200g/min et une temporisation finale inférieure à 10 secondes probablement inspirés du modèle bovin.

Le décrochage automatique en élevage caprin semble être un outil intéressant dans le cadre d'une recherche d'efficacité et de rapidité de la traite et si l'on souhaite réduire le niveau de surtraite, mais seulement si le réglage de ses paramètres est optimisé. Cependant pour cela on a besoin de bases qui ne sont pas encore objectivées scientifiquement.

III) Par quels outils peut-on appréhender l'effet de la traite mécanique sur les trayons?

La mamelle et en particulier les trayons sont très sollicités pendant la traite et leur intégrité est liée aux conditions de traite (réglages machine, hygiène, routine de traite...). La traite mécanique entraîne un bouleversement dans la circulation des fluides au sein du trayon, allant parfois jusqu'à provoquer des œdèmes (Alejandro *et al.*, 2013). Les bouleversements au niveau du trayon sont plus ou moins rapides et réversibles. Il existe au moins quatre outils qui permettent de quantifier les changements physiologiques à l'échelle des trayons : les échographies de trayons et l'observation visuelle de la mamelle (couleurs, anneaux de compression...), le cutimètre pour évaluer leur congestion avant et après la traite, et plus récemment, la caméra thermique pour évaluer les variations de température du trayon avant et après la traite.

L'échographie enregistre l'écho de vagues continues d'ultrasons, transmises à travers un corps liquide (la mamelle ou trayons sont de préférence placés dans l'eau pour la mesure afin de ne pas appuyer et modifier les tissus). Ainsi, le passage de la traite manuelle à la traite mécanique entraîne **chez la vache** l'augmentation du diamètre et de la longueur du trayon et de l'épaisseur de ses parois avec pour conséquence une réduction du diamètre de la citerne et un canal de trayon plus long (Gleeson *et al.*, 2002). Paulrud *et al.* (2005) ont aussi observé une augmentation de 30 à 40% de la longueur du canal mais une diminution du diamètre du trayon tandis que l'épaisseur des parois du trayon augmente pendant la traite.

Chez la chèvre, une élancement du canal du trayon après la traite a aussi été observée chez 40% des animaux ainsi qu'une surépaisseur des parois du trayon chez 18% d'entre eux

(Slosarz *et al.*, 2010). La longueur du canal du trayon est stable et ces auteurs n'ont pas mis en évidence d'effet du rang de lactation ni de la forme de la mamelle sur la réaction du trayon à la traite mécanique. Il est important de noter que 4h après la traite, les parois du trayon sont toujours 30% plus épaisses qu'avant la traite et que l'effet de la traite mécanique sur le trayon ne disparaît qu'au bout de 10h. Cependant, le faible effectif d'animaux et l'effet « manipulateur » est à prendre en considération dans les résultats de cette étude, qui n'a pas encore d'équivalent en élevage caprin. Slosarz *et al.* (2010) considèrent tout de même que l'échographie est un moyen efficace d'étudier la morphologie interne de la mamelle, mais la faisabilité de cette méthode sur un plus grand nombre d'animaux reste problématique.

L'épaisseur du trayon mesurée en appliquant une pression de l'ordre de 2,4 Kpa (Marnet *et al.*, 2001) avec un **cutimètre d'Hauptner** est l'indicateur proposé par Zecconi *et al.* (1992) pour évaluer l'effet de la traite mécanique sur la mamelle et ils conseillent de veiller à ce que celle-ci ne varie pas plus de 5% par rapport à la traite manuelle ou entre avant et après la traite mécanique. Ce niveau de congestion du trayon comparé avant et après la traite illustre l'effet de la machine sur les tissus et la circulation sanguine et lymphatique du trayon. Pour Zecconi *et al.* (1992) la variation de l'épaisseur du trayon serait davantage liée au niveau de vide appliqué par la machine qu'à la durée de cette application et donc de la surtraite proprement dite. Ceci pourrait expliquer l'absence d'effet surtraite relevé par Gleeson *et al.* (2002) en Irlande qui ne précisent pas le niveau de vide de l'installation, possiblement très élevé (normes irlandaises- communication personnelle de P.G. Marnet). Paulrud *et al.* (2005) insistent sur l'effet négatif de la traite mécanique, et plus encore de la surtraite sur les mécanismes de défense du trayon dans ce cas. Le cutimètre est, à l'inverse de l'échographie, un outil plus facile à utiliser sur un grand nombre d'animaux (Billon *et al.*, 2001 sur 120 chèvres).

La thermographie permet de connaître la température de surface qui reflète la circulation sous-cutanée du sang et le métabolisme des tissus (Paulrud *et al.*, 2005). La traite entraîne des perturbations durables dans la dynamique des fluides dans le trayon, pouvant être mises en évidence facilement et de façon non invasive par les outils de thermographie et d'échographie. Il est donc possible de comparer la température de deux trayons ou l'état d'un trayon avant et après la traite. Selon ces auteurs, la méthode de la thermographie pourrait être utile pour évaluer, estimer et différencier les réactions à court et moyen terme du trayon face au challenge de la traite mécanique.

D'après Alejandro *et al.* (2013) la température de l'extrémité du trayon s'élève de 6,6°C pendant la traite. Paulrud *et al.* (2005) confirment le phénomène de réchauffement du trayon dès la préparation avant la traite jusqu'à la dépose, car elle entraîne un afflux de sang à l'extrémité du tissu. Mais la traite affecte la température de la peau du trayon de façon hétérogène. En effet la température du trayon augmenterait plus fortement au centre qu'aux extrémités car la zone de flambage du manchon masse le centre du trayon et le réchauffe par frottement (Paulrud *et al.*, 2005). Si la température du bout du trayon augmente toujours dans la littérature, ce n'est pas de cas de la base du trayon dont la température peut augmenter ou diminuer selon le réglage de la machine (Paulrud *et al.*, 2005). Selon Hamann *et al.* (1988) c'est bien à la base et à l'apex du trayon que la température varie le plus fortement au cours de la traite. Plus l'écart de températures AP-AV la traite est grand et persistant, plus le processus de traite a perturbé la circulation sanguine dans le trayon. Paulrud *et al.* (2005) n'ont pas observé d'effet particulier de la surtraite sur la température du trayon. Pourtant, ces auteurs précisent que face à l'agression liée à la traite, le trayon doit mettre en place une réponse « somato-sympathique » afin de revenir à son état normal, processus d'autant plus long et plus difficile s'il y a une surtraite.

*Il existe différents moyens d'évaluer la réaction du trayon à la traite mécanique, **plus ou moins précis et faciles à mettre en œuvre et à répéter à grande échelle**. Le choix des outils de mesure de la réaction du trayon est donc à faire en fonction des objectifs de l'étude et du nombre d'animaux.*

IV) Effets du décrochage automatique en élevage bovin et caprin.

- **Effet du décrochage automatique sur la production laitière, le temps de traite et la santé mammaire.**

Les effets du décrochage automatique en élevage bovin et caprin relevé dans les publications sur ce sujet ont été récapitulés dans le tableau 1.

En élevage bovin, le seuil de décrochage automatique a fait l'objet de nombreuses recherches afin de trouver le meilleur compromis entre un gain de temps maximum et une perte de lait minimale (Magliaro *et al.*, 2005). Certains auteurs ont noté que certaines vaches sont très perturbées pendant les trois premières traites lors de la mise en place et des changements de réglages des décrocheurs automatiques avant que tout ne rentre dans l'ordre (Billon *et al.*, 2006). *C'est pourquoi il semble judicieux de privilégier les études à long terme permettant d'intégrer une période d'adaptation de l'animal.*

- **Effet du décrochage sur la production laitière et la qualité du lait.**

Chez la vache laitière, aucun auteur hormis Magliaro *et al.* (2005) n'a pas pu mettre en évidence de chute de production laitière ni de variation des taux butyreux et protéiques significatives en augmentant le seuil de dépose. Le faible volume de lait éventuellement non récupéré serait recueilli à la traite suivante sans avoir entre temps affecté la synthèse (Billon *et al.*, 2006). La perte de 2,5% de production observée par Magliaro *et al.* (2005) correspond à un seuil de décrochage qui figure parmi les plus élevés jamais testés, ce qui en fait éventuellement la limite à ne pas dépasser. Il est plus difficile d'expliquer le gain de production observé par Stewart *et al.* (2002) sur des seuils de décrochage allant de 500 à 820g/min.

Cependant, **en élevage caprin**, l'utilisation d'un décrochage automatique pourrait aussi avoir un effet positif sur la production laitière par rapport à la traite en décrochage manuel. C'est ce qu'ont pu observer Tangorra *et al.* (2010) en gagnant 140ml de lait par jour et en observant une meilleure persistance de la lactation grâce à un seuil de dépose pourtant très bas de 70g/min. Ce gain de production laitière s'expliquerait par la réduction des effets néfastes de la surtraite mais aussi par un meilleur ajustement du faisceau sur le trayon avec l'installation de décrochage automatique qui permet ainsi une meilleure vidange. Le réglage du seuil de dépose ne semble pas entraîner d'effet évident. Bueso-Rodenas *et al.* (2014) ont constaté une perte de 1 à 3% de production laitière au seuil de 250g/min. Dans ce cas, les trayeurs avaient pour consigne de reposer la griffe afin de mesurer la quantité de lait restant dans la mamelle ce qui, comme la très courte période d'application des traitements, a pu fausser les mesures.

- **Effet du décrochage automatique sur le temps de traite.**

En vaches laitières, tous les auteurs ont remarqué que le temps de traite diminue lorsque le seuil de dépose augmente, et ceci, plus fortement encore en début de lactation.

En élevage caprin, Bueso-Rodenas *et al.* (2014) ont mis en évidence un gain de temps de 47 s et 20 s lorsqu'on augmente le seuil de dépose de 100 à 250g/min en début et fin de lactation respectivement. Ils remarquent que ce sont surtout la temporisation finale et les reposes de faisceaux qui sont responsables de la variation de durée de traite entre les élevages.

- **Effet du décrochage automatique sur les cellules somatiques, la surtraite et le risque de mammites.**

En vidant la mamelle parfois de manière incomplète, un seuil de dépose élevé pourrait engendrer une augmentation des CCS du troupeau (Courtot *et al.*, 2006). **En vache laitière**, l'effet du seuil de dépose sur les CCS semble contradictoire d'une étude à l'autre. Certains observent une réduction des CCS en élevant le seuil de dépose (Billon *et al.*, 2006) alors que d'autres n'observent pas de variation (Rasmussen *et al.*, 1993 et Courtot *et al.*, 2006) voire une dégradation du niveau cellulaire (Jago *et al.*, 2010). Par contre, l'élévation du seuil de dépose ne semble pas provoquer d'avantage de mammites cliniques et les seuils élevés proposés en vaches laitière seraient bénéfiques pour le trayon qui semble moins congestionné après la traite.

Chez la Chèvre, les facteurs de risque d'infections mammaires et de hauts niveaux cellulaires sont les lésions superficielles, les sphincters abimés ou éversés, les microhémorragies, les anneaux de compression après la traite, les mamelles décrochées ou poreuses et les mamelles déséquilibrées (David *et al.*, 2000). Billon *et al.* (2001) ont montré sur 120 chèvres une tendance à une plus forte congestion sur le lot traité avec une dépose manuelle qu'avec celui qui est déposé automatiquement. Selon les auteurs, cet effet serait causé par la surtraite mesurée à hauteur de 45 secondes en moyenne sur le lot en dépose manuelle.

*Au regard des résultats parfois opposés concernant l'effet du décrochage sur le temps de traite, la production laitière et la qualité du lait, il semble nécessaire d'approfondir ces aspects par **une expérimentation longue** permettant aux animaux de s'adapter. Il faudra tester un décrochage sans système d'arrachage du faisceau trayeur pour ne pas biaiser l'effet des réglages par un maintien différent des griffes et enfin utiliser un **niveau de seuil plus élevé que ceux déjà testés en caprins** et même comparable à ceux qui semblent efficaces en bovins avant de pouvoir tirer davantage de conclusions.*

*Un essai caprin de longue durée (18 semaines) a donc été mis en place pour apprécier **l'effet du décrochage automatique et de différents seuils de dépose sur la traite** (temps de traite, cinétique d'émission du lait), **la production et la qualité du lait**, ainsi que **l'état des trayons** étudié à travers leur congestion (Cutimètre) et leur température de surface (Thermographie). Pour cela, nous sommes partis d'une population de chèvre caractérisée et équilibrée initialement en production, niveau d'inflammation mammaire (CCS) et débit de lait et avons décidé, dans la mesure du possible, d'étudier nos résultats au regard de la morphologie mammaire évaluée par pointage.*

Matériel et Méthodes

I) Dispositif expérimental

- **Animaux expérimentaux**

72 chèvres de race Alpine et de toutes parités, élevées à INRA de Méjusseau au Rheu (35), ont été utilisées pendant 18 semaines (mars à juillet 2014). Les animaux ont été nourris avec du foin ad libitum et une ration de 700g de maïs, 900g de concentré et 200 g de luzerne déshydratée distribuée en trois repas et maintenue identique sur toute la période expérimentale.

- **Mise en lot**

Six lots de 12 chèvres ont été constitués en fonction du stade de lactation des chèvres (supérieur à 1 mois), de leur parité (même proportion de chevrettes dans chaque lot), de leur niveau de production laitière et CCS pré-expérimental (inférieur à 1,8 million/ml lors du contrôle réalisé une semaine avant le début de l'expérience) (tableau 2). Dans la mesure du possible, les lots ont été composés de 6 chèvres à haut niveau de CCS et bas niveau de CCS. Les chèvres dont les mamelles étaient visiblement très déséquilibrées ou abimées, tout comme les animaux particulièrement agités lors de la traite ont été écartés volontairement pour des raisons pratiques.

- **Schéma expérimental**

Le schéma expérimental est un carré latin incomplet comprenant deux périodes de neuf semaines, 3 traitements différents et 6 lots d'animaux (figure 7). A chaque traite et tout au long de chaque période expérimentale, les lots reçoivent, deux à deux, l'un des trois traitements suivant :

- Décrochage automatique avec seuil de débit de décrochage fixé à 200g/min
- Décrochage automatique avec seuil de débit de décrochage fixé à 500g/min.
- Décrochage manuel avec surtraite de 30 secondes à 1 minute après passage en dessous du seuil de 200g/min de débit.

Les traitements sont échangés en deuxième période de façon à ce que chaque lot soit soumis à 2 traitements différents sur l'essai (figure 8).

II) Mesures et observations

- **Matériel utilisé**

Le site expérimental est équipé d'une salle de traite 2x12 postes Delaval® en ligne basse double équipement avec coupure de vide automatique des faisceaux trayeurs. Chaque poste est équipé de faisceaux trayeurs à clapet (Almatic TM G50) qui limitent les entrées d'air dans le circuit. La machine à traire a été contrôlée avant et pendant l'essai et était paramétrée de la façon suivante : fréquence de pulsation de 120/min, rapport de pulsation de 60/40 et niveau de vide de 38,6 kPa.

Les quantités de lait par traite et par animal sont enregistrées par des compteurs à lait MM25 de Delaval®. Le décrocheur automatique applique une temporisation initiale 45 secondes et

une temporisation finale de 6 secondes. L'homogénéité du décrochage a été contrôlée et validée selon la procédure Dépos'Traite[®] (COFIT) le 18 avril 2014 (Annexe 1).

Lactocorder[®] (Balgach, Switzerland): La cinétique d'émission du lait est enregistrée individuellement par le Lactocorder[®], installé en série avant le compteur à lait (figure 9). Le bon fonctionnement des Lactocorder[®] a été vérifié avant le début de l'expérience au laboratoire de Derval par Jérôme Chandler de l'Institut de l'élevage.

Cutimètre: Les mesures ont été répétées à plusieurs reprises et réalisées toujours par la même personne pour s'affranchir au maximum de « l'effet manipulateur ». La procédure suivie pour la mesure de cutimétrie est disponible en annexe 2.

Thermographie : Notre caméra thermique FLIR est un outil récent qui permet de prendre à la fois une photo numérique et une photo thermique. Ses caractéristiques principales sont rappelées dans la figure 10. Le gradient de couleurs de la photo, correspondant aux températures mesurées, va du blanc (très chaud) au bleu (très froid), avec une précision de 0,1°C par pixel. Du fait de sa grande précision, les courants d'air, la température ambiante et l'activité des animaux peuvent influencer la température mesurée au niveau du trayon et créer un biais dans les résultats. Cet instrument n'a pour l'instant que rarement été utilisé sur les chèvres et nous ne disposons pas de méthode claire et officielle pour réaliser et analyser les photos. C'est pourquoi Pierre-Guy Marnet et Alen Dzidic (Université de Zagreb), qui collaborent sur cet essai, ont mis eux-mêmes en place une méthode d'analyse des images prises lors d'un pré-essai en 2013. La méthode consiste à délimiter sur chaque photo thermique, à l'aide du logiciel ThermaCAM Researcher Professional 2.10, cinq zones : l'ensemble du trayon, la base de la citerne, l'extrémité du trayon, le milieu du trayon et la base du trayon (figure 11). La photo numérique, de champ plus large, aide à positionner la base du trayon. Le logiciel calcule alors la **température moyenne de chaque zone**.

• Mesures en cours d'expérimentation

L'étude se déroule sur deux périodes de neuf semaines (période 1 et période 2), qui comptent chacune, trois « semaines de mesures » à intervalles réguliers. Les semaines de mesures sont l'occasion de réaliser pour chaque chèvre au cours de la traite les quatre enregistrements suivants: courbe de cinétique d'émission du lait (production laitière, vitesse de traite, débits...), les mesures de cutimétrie et de thermographie ainsi qu'une analyse individuelle de qualité du lait (taux butyreux, taux protéique, CCS et lipolyse). Les différentes mesures sont réalisées selon un planning identique au cours de l'expérience (figure 12).

En dehors de ces semaines de mesures, et à chaque traite, le temps de traite par lot est noté, tout comme les incidents de traite (chute de faisceau, repose éventuelle, déséquilibre de mamelle due à un écoulement du lait inégal, etc...). Une analyse de qualité du lait simple (Taux et CCS) est réalisée chaque semaine pour chaque chèvre. Des observations morphologiques ont également été menées ponctuellement au cours de l'essai : un pointage des mamelles a été réalisé le 5 et 6 mai pour l'ensemble des animaux, selon la grille de pointage disponible en annexe 3. Celle-ci a été spécialement définie pour l'expérimentation mais s'inspire de la grille de pointage Capgènes utilisée en routine par les professionnels de la filière caprine.

III) Analyse des résultats

• Données retenues

Les données de production laitière, de débit maximal, de débit moyen et de temps de traite recueillies à chaque traite du lundi au vendredi lors des 6 semaines de mesures ont été réduites à une moyenne hebdomadaire. Les données de cutimètre et de thermographie, qui correspondent à deux répétitions par semaine de mesure, ont également été traitées par semaine mais ont été conservées par trayon.

Les CCS ont été transformées par un logarithme de base 10 afin d'obtenir des données réparties de façon normale. A partir des données de production laitière, de débit maximum, de CCS pré-expérimentales les animaux ont aussi été classés en 3 catégories afin d'analyser les réponses spécifiques de ces populations de chèvres et d'intégrer ces catégories dans nos analyses statistiques complémentaires (tableau 3). Les bornes des classes de CCS ont été fixées au regard de l'intervalle entre nos valeurs extrêmes et sont plutôt cohérentes avec celles déjà existantes dans la bibliographie (la classe « CCS bas » est proche de celle considérée comme représentant les animaux sains pour Bergonier *et al.*, 2003 et la classe « CCS haut » correspond à la classe A de Silanikov *et al.*, 2014). Par contre les animaux ont été répartis dans les 2 classes de PL de façon à avoir un équilibre des effectifs correct. Le pointage effectué au cours de l'expérience a aussi permis de classer à *posteriori* les chèvres en deux catégories dites « mamelles faciles » à traire (49 chèvres) et « difficiles » à traire (23 chèvres). Il fallait pour cela que les animaux présentent au moins 2 notes défavorables sur les six principaux postes d'observations morphologiques retenus (Annexe 4). Enfin, les animaux qui ont montré un déséquilibre de mamelle à la traite qui témoignent plutôt d'un problème de morphologie interne qu'externe ont été codés différemment des autres afin de pouvoir les distinguer dans l'analyse (Annexe 5).

• Analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Epsilon Windows (Delaby, non publié). Le traitement statistique appliqué aux performances animales consiste en une analyse de covariance avec les variables étudiées (PL, taux, CCS, débit maximum, temps de traite...). L'effet de chaque facteur (traitement, période, semaine, lot...) a été quantifié en prenant comme covariable des critères étudiés les performances pré période 1 et 2, ou, dans le cas des débits et temps de traite, en utilisant de production laitière expérimentale journalière. Pour les données cutimètre et lipolyse, en absence de données pré-expérimentales, une simple analyse de variance a été réalisée. Dans un deuxième temps, les classes « CCS pré-expé », « PL pré-expé », « débit max pré-expé », « déséquilibre à la traite », « mamelle », « forme trayon » et « orientation trayon » permettant de regrouper les animaux ont été utilisées comme facteurs afin de mieux caractériser les effets en fonction des différentes catégories d'animaux.

Le modèle statistique utilisé est le suivant :

$$Y_i = C_i + A_i + C_i \times A_i + (Cov_i) + e_i$$

Avec :

Y_i : La variable à expliquer

C_i : Traitement à trois niveaux : 200, 500 ou surtraite

A_i : Facteur période, semaine, lot, « classe PL », « classe CCS », « classe mamelle »...

$C_i \times A_i$: Interaction entre le traitement expérimental et un deuxième facteur, si nécessaire.

Cov_i : Covariable (si nécessaire)

e_i : Résiduelle

Résultats et discussions

I) Production laitière

Au regard de la courbe de lactation, le début de l'expérimentation a coïncidé avec le passage du pic de lactation, pour lequel les chèvres ont produit globalement 2kg de plus que leur niveau de départ. La première semaine de mesure (début avril) correspond au début de la phase descendante de la lactation. Les chèvres ont terminé l'expérimentation mi-juillet au même niveau de production laitière qu'en tout début d'expérimentation, autour de 3,5kg de lait par jour.

Il n'y a pas d'effet du traitement sur la production laitière journalière des 6 semaines de mesures (tableau 4). En approfondissant les effets, nous constatons que les 6 lots ont répondu de la même manière aux traitements qu'ils ont subis, même si le lot 6 présente un niveau de production un peu supérieur aux autres depuis la phase pré-expérimentale. A l'échelle de la traite, la production du matin est légèrement inférieure pour le lot 500g/min, alors que le soir, toutes les chèvres ont produit de la même façon (tableau 4). La production laitière décroît de la semaine 1 à la semaine 6 mais nous observons une phase de stagnation de la production laitière entre les semaines 9 et 12 (figure 13), qui correspond au changement de période et de traitements.

Si l'on classe les animaux selon leur production pré-expérimentale en 2 catégories « PL bas » et « PL haut », on ne constate aucune différence de réaction aux traitements en matière de production laitière, c'est-à-dire que les fortes et faibles productrices ont réagi exactement de la même manière aux variations de conditions de traite. Certaines chèvres ont montré dès les premiers jours et jusqu'à la fin de l'application du traitement 500g/min un déséquilibre de mamelle à la traite, mais cela sans conséquence sur leur niveau de production laitière. Ce déséquilibre est quasi exclusivement observable avec ce traitement (figure 14).

Discussion

L'absence d'effet global sur la production laitière illustre le fait que, comme l'a remarqué Billon *et al.* (2007), la quantité de lait qui peut éventuellement rester dans la mamelle pour le lot 500g/min, est d'une part, récupérée à la traite suivante et d'autre part, trop faible pour, par l'encombrement entraîné, ralentir la synthèse du lait à court et long terme. L'utilisation du décrochage automatique est donc indolore sur la performance laitière, même pour le seuil très élevé de 500g/min en traite caprine qui n'entraîne donc aucune chute de production laitière à l'échelle du troupeau. Cependant, il semble qu'avec ce réglage, la traite du matin soit davantage perturbée que la traite du soir pour quelques chèvres qui figurent parmi les plus bas débits, parce que le risque de dépose prématurée augmente dans ce cas. Dans tous les cas, la surtraite comme facteur de récupération des derniers millilitres de lait est donc à éviter.

La variation de production laitière et de persistance entre traitements au passage de la période 1 à la période 2 souligne cependant, qu'à l'échelle des individus, le changement brutal de traitement ait pu avoir des effets sensibles sur la production laitière, effets qui semblent s'équilibrer entre eux et se compenser à l'échelle du groupe de 24 chèvres. Pour le traitement à 500g/min, les animaux ont réagi de façon inattendue. Alors que nous pensions laisser un petit peu de lait dans les deux demi-mamelles de manière homogène en déposant plus vite, nous avons observés sur plusieurs chèvres une demi-mamelle parfaitement traite alors que la deuxième l'était peu ou pas du tout. Pour tenter d'expliquer ce phénomène, nous avons échographié la mamelle de ces animaux et aperçu des tissus dans le prolongement du canal du

trayon, qui pourraient expliquer les différences dans l'écoulement du lait à la traite qui devient ainsi très visible à 500g/min. Il est aussi possible que le sphincter d'un des deux trayons soit plus résistant à l'ouverture tout en étant capable d'autoriser un bon débit une fois ouvert. Bien que ce déséquilibre en débit ou délai d'arrivée du lait soit parfois visible sur les cinétiques d'émission du lait par un profil en escalier (figure 15) cela pourrait aussi être vérifié via l'outil « vacuomètre » mis au point au laboratoire (Marnet *et al.*, 2001).

II) Taux et lipolyse

Aucun effet des traitements sur le TB n'a été observé, sur les 6 semaines de mesures ou sur l'ensemble des 18 semaines expérimentales (tableau 4).

Le TP est significativement plus élevé pour les traitements 500g/min (+0,8 g/Kg) et surtraite (+0,6 g/Kg) que pour le traitement 200g/min, mais reste dans des ordres de grandeur tout à fait classiques (tableau 4). Les lots n'étaient pas équilibrés en termes de taux et en première période et l'écart se creuse entre le lot 500g/min et les deux autres dont le TP diminue constamment. En deuxième période, le TP remonte mais dans les mêmes proportions pour tous les traitements (figure 16).

A l'inverse, la lipolyse est significativement plus faible pour le lot 500g/min et plus forte pour le lot surtraite (tableau 4).

Discussion

Là encore le décrochage automatique ne présente pas d'effet négatif sur la qualité du lait. Par ailleurs, la surtraite n'a donc pas non plus permis de récupérer significativement plus de matière grasses dans les derniers millilitres de lait comme déjà montré par Billon *et al.* (2007). L'absence de TB plus élevé en surtraite confirme donc, là encore, l'inutilité de cette pratique pour récupérer les dernières fractions de lait considérées comme les plus riches en matières grasses au moins chez les bovins où cela a été vérifié (Whittlestone, 1953 et Guinard-Flament *et al.*, 2001).

Sans analyse complémentaire, il est en revanche difficile d'expliquer l'effet des traitements sur le TP, qui peut cependant être d'origine physio-pathologique. Les traitements 500g/min et surtraite pourraient entraîner une légère inflammation, d'origine différente (rétention de lait dans un cas et agression due à la longue application du vide respectivement) mais qui, dans les deux cas, stimule la synthèse ou le passage d'albumine et/ou de protéines solubles du sang vers le lait, phénomène que l'on retrouve également lors des accroissements d'intervalle de traite ou du passage en monotraite (Marnet *et al.*, 2005). Il faudrait donc analyser les fractions respectives des protéines coagulables et solubles pour s'en assurer.

L'effet favorable du traitement 500g/min sur la lipolyse rappelle aussi celui que l'on retrouve en cas de passage en monotraite ou lors des intervalles les plus longs en traite robotisée, où l'on retrouve en général une lipolyse plus faible à mesure que le temps entre les traites augmente (-50% de lipolyse au passage en monotraite) sans que l'on sache aujourd'hui l'expliquer (Marnet *et al.*, 2005, Marnet et Billon, 2010). La surtraite, à l'inverse, est ici nettement plus « néfaste » sur ce paramètre de qualité du lait et cela pourrait s'expliquer par les nombreuses entrées d'air dans le tuyau court à lait notées avec cette conduite en fin de traite (Figure 14). Ces entrées d'air agitent le lait et provoquent plus facilement l'éclatement des globules gras (Marnet et Billon, 2010). Cependant nous restons dans tous les cas bien inférieur à la limite de pénalisation fixée à 1,77meq/100g de MG pour les caprins ou même aux 0,89meq/100g de matières grasses retenus en bovins.

III) Cellules et mammites cliniques

L'effet des traitements sur les CCS au cours des 18 semaines d'expérimentation n'est pas significatif si l'on tient compte des CCS pré-expérimentales comme covariable (tableau 4). Cependant, on remarque une augmentation des CCS significativement moins forte pour le lot surtraite que pour les deux lots avec décrocheur sur la période 1 (tableau 4, figure 17). Si l'on s'affranchi de la covariable CCS pré-expérimentales sous prétexte que les lots ont été équilibrés en CCS, alors on constate un effet significatif du traitement 500g/min sur les CCS en log ($P= 0,03$) au cours des 18 semaines d'expérimentation. Les log CCS passent de 5,82 pour le lot surtraite à 5,86 pour le lot 500g/min, ce qui représente toutefois une différence de seulement 150 000 cellules/ml.

L'effet de la classe de CCS pré-expérimentale sur les CCS expérimentales montre que les animaux appartenant à la classe « CCS Bas » restent en moyenne avec des CCS faibles au cours de l'expérimentation et inversement pour la classe « CCS Haut ». Les interactions entre la classe de CCS pré-expérimentales de l'animal et le traitement et la période sont significatives ($P= 0,02$ et $P= 0,0001$ respectivement) mais montrent cependant que les animaux réagissent de la même façon quel que soit le traitement pour les classes Bas et Haut, alors que la classe « CCS Moyen » voit les CCS augmenter significativement pour les traitements 500g/min et surtraite d'une part et au passage en période 2 d'autre part.

De même, après classement des animaux en deux catégories de mamelles (traite facile versus difficile sur la base de leur anatomie), nous ne pouvons pas affirmer que les mamelles dites « difficiles » aient réagi différemment des autres aux traitements sur le plan des CCS. Par contre, l'étude individuelle de l'effet des postes de pointages « orientation trayon », « forme trayon » et « déséquilibre mamelle » montre que les animaux dont un de ces postes est noté « difficile » ont eu des CCS significativement plus basses au cours de l'expérience que les animaux dont ces postes avait été jugés satisfaisants ($P= 0,03$, $P= 0,03$, $P= 0,01$ respectivement). Le cas du déséquilibre de mamelle à la traite est particulièrement intéressant parce que, dès la phase pré-expérimentale, les animaux concernés par un déséquilibre avaient moins de cellules que les autres ($P= 0,001$). Enfin il semble que seul le traitement « surtraite » permet de distinguer une interaction traitement/déséquilibre de mamelle, avec des animaux déséquilibrés moins infectés que les autres au cours de l'expérience ($P= 0,04$).

Nous n'avons constaté aucun cas de mammite clinique au cours de l'expérience.

Discussion

Dans tous les cas nous devons noter l'absence ou la très faible variation de ce critère entraînée par nos traitements sur nos 18 semaines expérimentales, ce qui témoigne et confirme la singularité de réponse des caprins par rapport aux bovins face à la surtraite et aux décrochages automatiques. La baisse des CCS pour le lot « surtraite » observée seulement en première partie d'expérimentation est difficile à expliquer. Certes, dans la bibliographie, l'effet négatif de la surtraite n'est pas démontré chez les caprins et les seuils de dépose élevés montrent des effets sur les CCS assez contradictoires ce que notre étude confirme donc aussi. Par contre, la hausse des CCS pour le lot 500g/min dans l'analyse sans covariable CCS est cohérente avec les résultats obtenus pour le TP, et pourrait être reliée à une légère inflammation de la mamelle entraînée par la rétention de lait dans la mamelle et/ou à l'augmentation des protéines solubles d'origine sanguine comme observé en monotraite.

Les détails apportés par l'étude de la classe de CCS pré-expérimentales montrent que les chèvres à CCS bas et probablement indemnes d'infection ne devraient pas subir de

dégradation des CCS quel que soit le traitement qu'on leur applique, ce qui signifie assez logiquement que les animaux sains sont moins sensibles aux variations de durée de traite et qualité de la vidange. De même, aucun traitement ne semble affecter plus spécifiquement les CCS d'un animal appartenant à la classe « Haut » qui avec des CCS > 800 000C/ml correspond à des animaux probablement infectés par des pathogènes mineurs à plus de 50% (De Crémoux, 2002) et donc, de façon inattendue, la surtraite ne semble pas aggraver plus spécifiquement l'état d'inflammation mammaire de ces animaux déjà infectés ni les décrochages automatiques les minimiser. Au vu des CCS moyen des laits collectés en France aujourd'hui (qui dépassent nettement le million de cellules), la proportion d'animaux infectés plus gravement, et probablement par des pathogènes majeurs, semble augmenter. Il restera donc à confirmer notre observation dans un troupeau de niveau CCS moyen supérieur au million de cellules/ml. Par contre, les animaux « intermédiaires » dont les CCS en phase pré-expérimentale sont comprises entre 400 et 800 000 cellules/ml subissent une hausse plus importante des CCS au cours de l'expérimentation pour les traitements 500 g/min et surtraite sans que nous puissions en expliquer la raison. Seules 3 chèvres de la classe « CCS Moyen » ont vu leur CCS augmenter très fortement en période 2 donc ces animaux peuvent être à eux seuls responsables de cet effet particulier à la classe « CCS Moyen ». Il ne semble en tous les cas pas possible d'identifier une réponse différente et proportionnelle selon le niveau de CCS initiale ce qui est une sécurité en cas de surtraite occasionnelle.

En revanche, nos résultats indiquent clairement que le décrochage automatique n'a pas ou très peu eu d'effet sur la réduction du niveau de CCS du troupeau dans nos conditions expérimentales pourtant relativement agressives (vide et pulsation élevés, ligne basse, manchons et lèvres durs). Ceci suggère donc que les CCS élevés des Caprins ne seraient donc que peu à pas liés à des conditions de traite agressives, tout au moins celles de notre unité expérimentale. Ceci pourrait aussi être la raison de l'absence de différence de réponse en CCS des mamelles aux anatomies très variables et plus ou moins faciles à traire. Il faudrait cependant s'en assurer à une échelle encore plus longue que notre expérimentation, voire sur toute la carrière de la chèvre.

L'absence de mammites cliniques malgré un début d'expérience très délicat pour quelques animaux sujets à des retentions de lait importantes dans le cas des décrochages à seuil élevé, nous a beaucoup étonnés et illustre le fait que la chèvre est moins sensible que la vache pour les mammites cliniques (dans des conditions de logement et d'hygiène correctes telles qu'à Méjusseume). La robustesse de la chèvre aux changements de pratiques de traite n'est plus à démontrer.

IV) Débit maximum, moyen et temps de traite

Si le débit maximum ne varie pas selon les traitements, le débit moyen et le temps de traite (corrigés de la production laitière) sont, quant à eux, significativement supérieurs pour le lot à 500g/min (tableau 5). Le temps de traite le plus long correspond au traitement surtraite. L'écart entre le temps de traite en lot 200 et 500g/min, en moyenne de 12 secondes, semble d'autant plus important que la production laitière est forte en début de lactation (figure 18).

Après classement des animaux en 3 classes de débit maximum « bas » « moyen » et « haut », nous constatons que, d'une part, les chèvres de classe « haut » correspondent logiquement aux animaux les plus rapides à traire et, que d'autre part, celles de classe « bas » sont celles pour lesquelles nous gagnons le plus de temps au passage du seuil de dépose de 200 à 500g/min. Le gain de temps moyen quotidien est alors de 23 s pour la classe « bas » et de seulement de 9 s pour les classes « moyen » et « haut ».

Discussion

Le débit maximal est une caractéristique de l'animal qui correspond à la vitesse d'émission du lait permise par la forme de la mamelle, la taille du canal et du sphincter de chacun des trayons. Le fait que ce débit maximal n'augmente pas pour le traitement à 500g/min prouve que quel que soit la méthode de traite, le débit maximal et donc l'ouverture maximale physiologique du sphincter était toujours atteint au cours de chaque traite. Donc si ce débit maximal est limitant, c'est par l'augmentation du débit moyen et du temps de traite que s'illustre l'effet des traitements. En effet, puisque la traite est raccourcie de 12 secondes avec le seuil de dépose élevé et rallongée de 36 secondes par la surtraite, par rapport au traitement à 200g/min et pour une même quantité de lait, le débit moyen du lot 500g/min est donc logiquement plus élevé que celui du lot surtraite.

Le gain de temps de 12 secondes par chèvre permis par l'augmentation du seuil de dépose est significatif mais reste inférieur à ce qui a été observé chez la chèvre Murciano-Granadina par Bueso-Rodenas *et al.* (2014) ce qui pourrait s'expliquer par ses débits de laits plus faibles (débit maximum des meilleures chèvres de 1,4L/min d'après Garces *et al.*, 2010) comme nous le démontrons nous même dans notre population expérimentale. De plus, ce gain de temps ne peut pas être multiplié par le nombre de chèvres puisque c'est la dernière chèvre posée du quai et les plus longues à traire qui sont responsables de la durée réelle de traite de chaque vague. Donc c'est plutôt le gain de temps de 23 secondes chez les animaux à bas débit permit par le passage du seuil de dépose à 500g/min qui correspond à une estimation juste du temps que peut gagner l'éleveur.

V) *Épaisseur du trayon*

Les mesures des trayons droits et gauches, ont été rassemblées pour en faire des répétitions d'une même mesure puisque les deux trayons réagissent strictement de la même façon à l'action de la machine à traire. L'effet des traitements sur l'épaisseur du trayon est fort et l'on constate un effet à long terme de la surtraite sur l'épaisseur du trayon avant la traite (tableau 6). Celui-ci est plus épais avant la traite en surtraite et également 30% plus congestionné au cours de la traite qu'en traite classique à 200g/min. A l'inverse, le traitement 500g/min entraîne une moindre congestion des trayons que les deux autres lots (tableau 6). La congestion du trayon est significativement ($P= 0,001$) plus importante le matin que le soir. En début de lactation, la congestion est nettement plus importante en surtraite qu'en traitement à 500g/min alors qu'en deuxième partie d'expérimentation, cette tendance existe toujours mais l'écart est beaucoup plus réduit (figure 19).

Discussion

Quel que soit le traitement, le trayon est toujours plus épais après la traite qu'avant, ce qui illustre l'agressivité de la machine et l'imperfection du massage du trayon. Le cutimètre est donc un outil précieux qui permet de diagnostiquer facilement l'agressivité de l'installation de traite et son effet sur les trayons. Dans l'idéal, le trayon ne devrait pas être plus épais après la traite, voire même légèrement plus souple. Sur un système non optimisé comme le nôtre, l'effet de la surtraite sur les trayons semble particulièrement important et cette dernière entraîne la congestion puis une épaisseur de parois accrue de façon permanente. Le seuil de dépose à 500g/min limite quant à lui, probablement par la réduction du temps de traite, l'impact de la machine sur le trayon et on peut supposer qu'il en est de même du facteur de risque d'infection mammaire que cela peut constituer. Avec l'aggravation de taille des hernies à la base des trayons sur un nombre croissant de chèvres au cours de l'expérience et

les résultats de congestion obtenus, nous suspectons une mauvaise adéquation entre des morphologies de mamelles, niveau de vide et faisceau trayeur (figure 20).

La différence observée entre traite du matin et du soir s'explique aussi probablement parce que la traite du matin est en moyenne 45 s plus longue que celle du soir (parce que la PL est plus forte), ce qui accroît l'effet de la machine sur les trayons. L'effet du stade de lactation peut lui aussi s'expliquer par le fait que la traite est plus longue en début de lactation et donc plus intense et agressive pour les trayons, auquel s'ajoute aussi éventuellement une plus forte sensibilité des trayons en début de lactation avant que les tissus ne s'adaptent.

VI) Données préliminaires de thermographie

L'analyse des températures moyennes hebdomadaires du trayon et de la mamelle pour les trois premières semaines de mesure donne un effet significatif du traitement sur l'écart de température AP – AV la traite des 5 zones étudiées (tableau 6). Globalement, on trouve que la surtraite entraîne un réchauffement plus important du trayon au cours de la traite (figure 21), alors que le traitement 500g/min permet de limiter le réchauffement de la surface de la peau (figure 22). Les variations de températures sont différentes le matin et le soir puisque le matin, la peau se réchauffe au cours de la traite quel que soit le traitement alors qu'elle refroidit le soir ($P=0,0001$ pour les 5 zones). De même, on observe une différence de variation de températures entre le trayon gauche et droit pour les zones «trayon», «bout trayon» et «milieu trayon». Dans chaque cas le trayon gauche est plus réchauffé que le droit ($P= 0,003$; $0,0003$ et $0,0008$ respectivement). Les valeurs avant la traite sont significativement plus élevées de 2°C environ le soir par rapport au matin pour les 5 zones.

Discussion

Les résultats concernant les écarts de température AP-AV la traite sont cohérents avec ceux obtenus par le cutimètre puisque dans les deux cas, on remarque un effet machine amplifié en surtraite et limité à 500g/min pour le bout du trayon. Mais l'avantage de la thermographie est de pouvoir étudier cette réaction sur les 5 zones dont le choix semble judicieux. L'effet inverse net obtenu le matin et le soir est très surprenant et difficile à expliquer. L'hypothèse soutenue consiste à dire que la perte de chaleur constante par lait est compensée en partie ou totalement par l'apport de chaleur par frottement ou massage ou congestion de la machine. Ainsi l'effet de réchauffement de la traite du matin, plus longue que celle du soir, est plus important et vient donc compenser et même surpasser la perte de chaleur par le lait qui s'évacue. La différence droite-gauche est elle-aussi difficile à expliquer mais une piste de réflexion se trouve peut-être dans l'étude des observations de traite et notamment des déséquilibres de traite qui sont souvent du côté gauche (Annexe 5). Le fait que la mamelle et le trayon soient plus chaud le soir que le matin reflète probablement l'activité de l'animal pendant la journée.

Conclusion

L'étude a été conçue pour répondre aux questions que nous nous posons quant aux effets du décrochage manuel et automatique sur les principaux critères de performance laitière et de qualité du lait en permettant une analyse sur une période assez longue de 18 semaines. L'ensemble des outils et méthodes mis en œuvre ont apporté leur contribution à l'étude puisque toutes les données et mesures ont pu être traitées ou le seront prochainement. L'allotement des animaux aurait cependant pu être amélioré, en répartissant des animaux à mamelles « facile » et « difficile » dans chaque lot mais le nombre d'animaux nécessaire à un allotement sur autant de facteurs excédait nos possibilités.

Au regard des résultats obtenus par cet essai, nous pouvons conclure que les trois traitements proposés ne semblent pas faire varier la production laitière journalière et la qualité du lait (TB, CCS). Les seuls effets significatifs concernent le taux protéique et la lipolyse qui se trouvent très légèrement améliorés à 500g/min, ce qui va dans le bon sens pour les éleveurs même si les enjeux en termes de qualité du lait sont minimes. La comparaison des trois traitements pour les aspects de cinétique de traite montre que le seuil de dépose élevé permet de gagner quelques secondes par chèvres et par conséquent d'améliorer le débit de lait moyen. Par comparaison la surtraite apparaît comme une perte de temps conséquente. Le troisième volet de l'étude qui concerne l'état des trayons a permis de mettre clairement en évidence une congestion des trayons plus forte et durable liée à la surtraite alors que le traitement à 500g/min permet de réduire considérablement l'effet de la machine. La thermographie permet d'élargir l'étude des effets « machine » à l'ensemble du trayon et donne des résultats cohérents avec ceux obtenus avec le cutimètre. Cette analyse mérite d'être approfondie et terminée avec l'étude de la deuxième période.

Lorsqu'on compare les deux traitements « surtraite » et « 500g/min », il est surprenant de constater que malgré un impact fort de la surtraite sur les tissus des trayons, il n'existe aucune différence de production laitière et de CCS sur le long terme de notre essai. Cela est sûrement lié aussi aux bonnes conditions d'environnement qui n'ont pas permis de mettre en évidence un accroissement possible du risque d'infection sur ces trayons pourtant agressés. Cependant, avec la réduction de l'effet négatif de la machine, le décrochage automatique à seuil haut de dépose ne peut que s'avérer favorable sur le plus long terme et l'ensemble du troupeau.

Cette étude nous amène aussi à relativiser l'intérêt de l'augmentation du seuil de décrochage au-delà de 200g/min pour un éleveur, en matière de gain de temps même si, pour des très grands troupeaux, ceci peut s'avérer significatif. Augmenter le seuil de dépose permet aussi de détecter facilement et indirectement les déséquilibres d'écoulement du lait en élevage, ce que ne permet aucun autre matériel spécifique à ce jour. Les déséquilibres de mamelle sont perçus comme des facteurs de risque de la hausse des CCS mais dont les conséquences à long terme sur la qualité du lait et la santé de la mamelle sont encore peu connues. Il est pourtant difficile au regard de nos résultats de s'inquiéter de l'effet d'un déséquilibre de mamelle sur les CCS puisque les chèvres concernées ont présenté significativement moins de cellules, tout en évoluant de la même manière que les autres au cours de l'expérience. Un tel système permet aussi, sans nécessité de contrôle avec le Lactocorder®, d'identifier facilement les chèvres à très bas débit qui ralentissent le plus la traite, afin de les éliminer du troupeau. Ajouté à l'aide évidente au trayeur et à un gain de temps faible mais significatif, le décrochage automatique à seuil haut reste donc un outil d'intérêt malgré son coût très élevé.

Puisque la surtraite ne semble pas avoir eu d'effet négatif sur la production laitière et la qualité du lait de nos animaux (à notre grande surprise !), un travail de sélection accrue des

animaux sur la qualité des mamelles, de leurs attaches et formes des trayons et sur l'élimination des débits maximum faibles pourrait être aussi utile et moins coûteux que l'installation d'un décrochage automatique. Le facteur de décision principal restera donc le gain de temps permis soit par cette sélection, soit par le décrochage automatique. Selon ses motivations et ses objectifs, un éleveur pourra aussi choisir d'augmenter le seuil de dépose de son installation de traite pour limiter l'impact de la machine sur les trayons. Le seuil de dépose élevé, dans la mesure où il n'entraîne pas de perte en lait ni de variations de CCS, permettrait la sélection de demi-mamelles homogènes avec de bons débits et deviendrait alors un outil de prévention dans la lutte contre la dégradation des morphologies des mamelles et de leur défenses naturelles. Son effet à long terme (carrière de la chèvre) pourrait alors apparaître comme bénéfique.

Par contre, l'effet à long terme de la surtraite n'est pas connu et nul ne sait si les défenses de la mamelle contre les pathogènes présents autour du trayon s'en trouvent véritablement altérées ce qui pourrait être délétère si l'environnement est plus à risque que celui de notre troupeau. De plus, la « non-réaction » de nos chèvres expérimentales à la surtraite en matière de CCS laisse le champ libre à de nouvelles études qui viseraient à vérifier s'il s'agit d'une spécificité d'espèce (la chèvre répond peut être bien différemment de la vache aux essais de ce genre... ?), ou au contraire la simple illustration que notre troupeau n'était « pas assez infecté » pour montrer sa sensibilité aux traitements. Pour le savoir, outre des essais en élevages plus à risque, il serait nécessaire de répéter cette expérience en y ajoutant un volet d'évaluation du risque d'infection, par exemple en utilisant un test de trempage systématique des trayons dans une solution bactérienne non pathogène dont on pourrait suivre le taux de pénétration et d'infection mammaire. En parallèle, il serait intéressant de consulter les bases de données Opti'traite qui rassemblent les informations d'équipement et de performances laitières des élevages français afin de croiser les niveaux cellulaires avec la présence ou non du décrochage automatique en particulier lorsque l'on pourra avoir suffisamment de données avant et après mise en place de cet outil.

Références bibliographiques

- Agreste Poitou Charentes, 2012. **Production caprine: vers une concentration et une productivité toujours plus forte.** Numéro 12, 4 pages. Disponible sur : http://draaf.poitou-charentes.agriculture.gouv.fr/statistique-agricole/IMG/pdf/2012_-_no_12_Elevage_caprin_cle896c9e.pdf. Consulté le 11 juillet 2014.
- Alejandro, M., Romero, G., Sabater, J.M., Diaz, J.R., 2013. **Infrared thermography as a tool to determine teat tissue changes caused by machine milking in Murciano-Granadina goats.** Livest. Sci. 160, 178-185.
- Allié, M., 2012. **Chiffres clés 2012.** Institut de l'élevage. 10 pages. Disponible sur : <http://idele.fr/domaines-techniques/economie-des-filieres/analyse-des-filieres/publication/idelesolr/recommends/chiffres-cles-2012-des-productions-caprines-lait-et-viande.html>. Consulté le : 23/05/14
- Bergonnier, D., De Crémoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X., 2003. **Mastitis of dairy small ruminants.** Vet. Res. 34, 689-716.
- Billon, P., Baritoux, B., 2001. **Intérêt d'un système de dépose automatique des faisceaux trayeurs pour la traite des chèvres.** Institut de l'Elevage, Compte rendu numéro 201 3107. 19 pages.
- Billon, P., Chastin, P., Baritoux, B., Bouvier, F., Ilahi, H., Manfredi, E., Marnet, P.G., 1999. **La cinétique d'émission du lait chez les chèvres.** Proceedings of 6ème Symposium International sur la Traite des Petits Ruminants, 26 septembre-1er octobre 1998, Athènes - Grèce. Milking and milk production of dairy sheep and goats, EAAP publication n°95, Wageningen Press, eds. Zervas N. et Barillet F. 51-58.
- Billon, P., Gaudin, V., Huneau, T., 2007. **Recherche de débit optimal de lait au moment de la dépose des faisceaux trayeurs chez la vache laitière.** Institut de l'Elevage, Compte rendu numéro 14 07 31 006. 25 pages.
- Billon, P., Pledel, D., Gaudin, V., 2006. **Effet de l'augmentation du seuil de débit de lait au moment de la dépose automatique du faisceau trayeur sur la traite et la qualité du lait.** Renc. Rech. Rum. 13, 169.
- Bousquet, C., 2005. **Pathologies caprines en Deux- Sèvres : Etat des lieux et impact sur les niveaux de réforme et de mortalité.** Thèse vétérinaire, Ecole vétérinaire de Toulouse. 154 pages.
- Bueso-Rodenas, J., Romero, G., Roca, A., Diaz, J.R., 2014. **Effect of one automatic cluster remover setting on milking efficiency on Murciano-Granadina goats.** Livest. Sci. 161, 193-200.
- Broqua, C., Bossis, N., Cherbonnier, J., Poupin, B., Fouilland, C., Jenot, F., Lauret, A., Letourneau, P., 1998. **La mamelle : anatomie et sécrétion du lait.** L'éleveur de chèvres, numéro 4. 3 pages.

- Brunet, S., Joyeux, A., 2012. **Fréquence des maladies en élevages caprins du Poitou-Charentes et Pays de la Loire**. Ren. Rech. Rum. 19, 144.
- Capgènes 2012. **Le bulletin de capgènes**, Bulletin annuel d'information de l'Organisme de Sélection, n°7, 16 pages.
- Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes, 2012. **Qualité du lait, incontournable pour l'avenir ! 2012**. Vivre du lait ; Bulletin des éleveurs bovins et caprins du bassin laitier Charentes-Poitou. Numéro 12, 6 pages.
- Clement, V., Martin, P., Barillet, F., 2006. **Elaboration d'un index synthétique caprin combinant les caractères laitiers et des caractères de morphologie mammaire**. Ren. Rech. Rum. 13, 209-212.
- Clement, V., Caillat, H., Piacere, A., Manfredi, E., Pobert-Granie, C., Bouvier, F., Rupp, R., 2008. **Vers la mise en place d'une sélection pour la résistance aux mammites chez les caprins laitiers**. Renc. Rech. Rum. 15, 405-408.
- Courtot, L., Dupuis, G., Gaudin, V., 2006. **Réduire le temps de traite par la dépose précoce du faisceau trayeur en race Montbéliarde**. Renc. Rech. Rum. 13, 169.
- David, V., De Crémoux, R., Lefrileux, Y., 2000. **Palpation et observation de la mamelle**. Institut de l'élevage. 4 pages.
- De Crémoux, R., 2002. **Définition de règles d'interprétation optimales des comptages de cellules somatiques de troupeaux chez la chèvre**. Institut de l'élevage, Compte rendu 2023123, 58 pages.
- Douguet, M., 2013. **Résultats contrôle laitier 2013, espèce caprine**. Institut de l'élevage. 29 pages. Disponible sur : <http://idele.fr/filieres/caprin/publication/IdeleSolr/recommends/resultats-de-contrôle-laitier-france-2013.html>. Consulté le : 21/05/2014
- Garcès, C., Rubert-Aleman, J., Fernandez, C., Diaz, J.R., Sanchez, A., Muelas, R., 2000. **Caractérisation de la cinétique d'émission du lait de chèvre Murciano-Granadina**. Renc. Rech. Rum. 7, 314.
- Guinard-Flament, J., Michalski, M., C., Rulquin, H., 2001. **Evolution du taux butyreux et du diamètre des globules gras au cours de la traite chez la vache laitière**. Renc. Rech. Rum. 8, 92.
- Guinamard, C., 2010. **Référentiel travail en élevage caprin**. Institut de l'élevage. 24 pages. Disponible sur : <http://idele.fr/filieres/caprin/publication/idelesolr/recommends/referentiel-travail-en-elevages-caprins.html>. Consulté le : 23/05/14
- Gleeson, D.E., O'Callaghan, E.J., Rath, M.V., 2002. **Effect of milking on bovine teat tissue as measured by ultrasonography**. Ir. Vet J. 55, 628-632.

- Hamann J, Mein G.A., 1988. **Responses of the bovine teat to machine milking: Measurements of changes in thickness of the teat apex.** J. Dairy Res. 55, 331-338.
- Jago, J.G., Burke, J.L., Williamson, J.H., 2010. **Effect of automatic cluster remover settings on production, udder health and milking duration.** J. Dairy. Sci. 93, 2541-2549.
- Labussière, J., 1988. **Review of physiological and anatomical factors influencing the milking ability of ewes and the organization of milking.** Livest. Prod. Sci. 18, 253–274.
- Magliaro, A.L., Kensinger, R.S., 2005. **Automatic cluster remover setting affects milk yield and machine-on time in dairy cows.** J. Dairy. Sci. 88, 148-153.
- Marnet, P.G., Gomis, B., Guinard-Flament, J., Boutinaud, M., Lollivier, V., 2005. **Effet d'une seule traite par jour (monotraite) sur les performances zootechniques et les caractéristiques physico-chimiques du lait chez les chèvres Alpines à haut potentiel.** Renc. Rech. Rum. 12, 225-228.
- Marnet P.G., Billon P. 2010. A la ferme: Influence des conduites, de la technologie de traite et du stockage du lait sur la matière grasse. Sciences des aliments. 29/1-2, 9-20.
- Marnet, P.G., Billon, P., Da Ponte, P., Martin, J., Manfredi, E., 2001. **Aptitude à la traite mécanique chez la chèvre ; variabilité génétique et bases physiologiques du débit de lait.** Renc. Rech. Rum.. 8, 321-327.
- Paulrud, C.O., Clausen, S., Andersen.P.E., Rasmussen, M.D., 2005. **Infrared Thermography and Ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery.** Acta. Vet. Scand. 46, 137-147.
- Peris, S., Caja, G., Such, X., 1999. **Relationship between udder and milking traits in Murciano-Granadina dairy goats.** Small Rum. Res. 33, 171-179.
- Perrin, G.G, Baudry, C., 1993. **Numérations cellulaires du lait de chèvre.** Lait. 73, 489-497.
- Poulet, J.L., 2013. **Dépose automatique des faisceaux trayeurs en traite caprine.** Diaporama pour les 4èmes journées techniques caprines. Institut de l'élevage. 14 pages.
- Rasmussen, M.D., 2004. **Overmilking and teat condition.** In Proceedings of NMC Annual Meeting, 169-175.
- Rasmussen, M.D., 1993. **Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health.** J. Dairy Res. 60, 287–297.
- Silanikov, N., Merin, U., Leitner, G., 2014. **On effects of subclinical mastitis and stage of lactation on milk quality in goats.** Small Rum. Res. 4775. 7 pages.
- Slosarz, P., Wojtowski, J., Bielinske, S., Frackowiak, A., Ludwiczak, A., Krzyzewski, J., Bagnicka, E., Strzalkowska, N., 2010. **Machine induces changes of caprine teats diagnosed by ultrasonography.** Afr. J. Biotechnol. 50, 8698-8703.

Stewart, S., Godden S., Rapnicki P., Reid D., Johnson A., Eicker S. 2002. **Effects of automatic cluster remover settings on average milking duration, milk flow, and milk yield.** J. Dairy Sci. 85, 818-823.

Tangorra, F.M., Costa, A., Guidoro Cavalchini, A., 2010. **Preliminary results of a field study on goat's milk yield and lactation persistency as affected by Automatic Cluster Removals.** In International conference Ragusa SHWA2010 "Work safety and risk prevention in Agro-Food and Forest Systems".

Whittlestone, W. G., 1953. **Variations in the fat content of milk throughout the milking process.** J. Dairy Res. 20, 02, 146-153.

Zecconi, A., Hamann, J., Bronzo, V. and Ruffo, G. (1992). **Machine induced teat tissue reactions and infection risk in dairy herd free of contagious mastitis pathogens.** J. Dairy Res. 59: 265- 271.

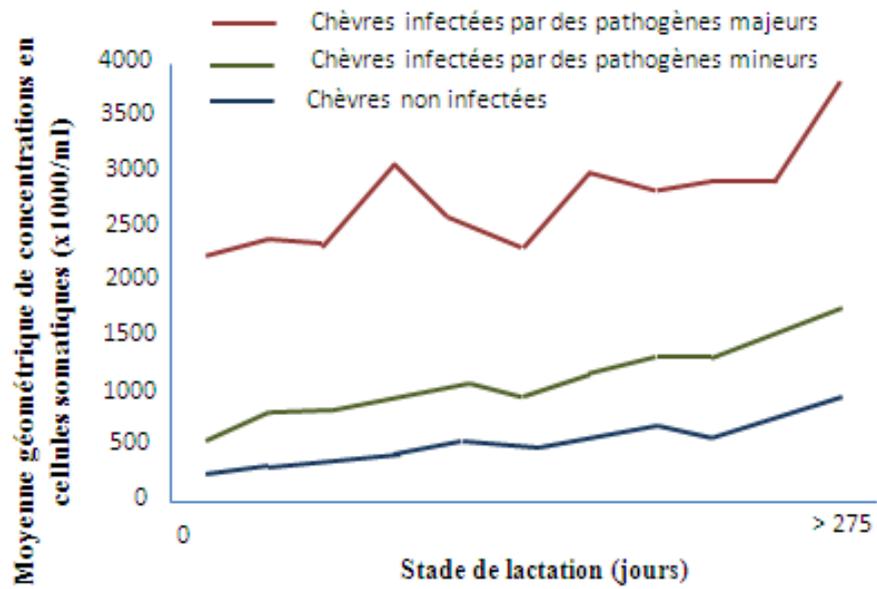


Figure 1 Effet du stade de lactation sur les numérations cellulaires individuelles en fonction du statut infectieux de la glande mammaire (Redessiné d'après Bergonier et al, 2003)

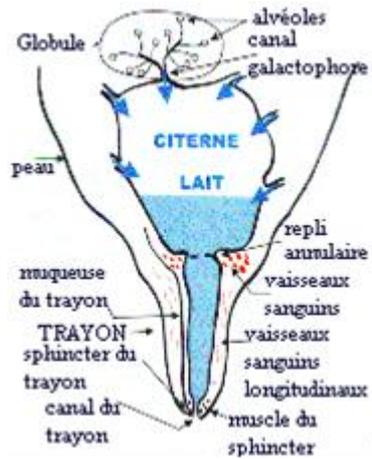
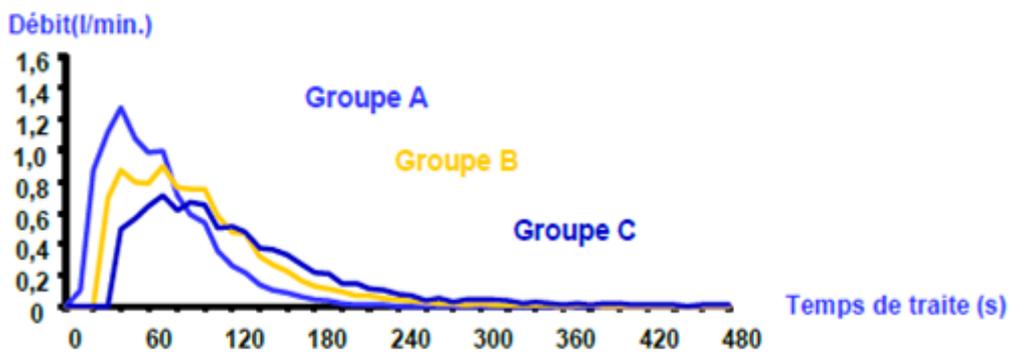


Figure 2 Schéma d'une demi-mamelle chez la chèvre (Broqua et al, 1998)



Figure 3 Postes de pointage des mamelles de chèvre pour le calcul de l'index morphologique caprin (Capgènes, 2012)



D'après P. Billon et al, 2000

Figure 4 Cinétiques d'émission du lait en traite caprine. Groupe A : traite rapide et débit élevé. Groupe B : Vitesse de traite et débit moyens. Groupe C : traite lente et débit faible. (Poulet J.L, 2013)

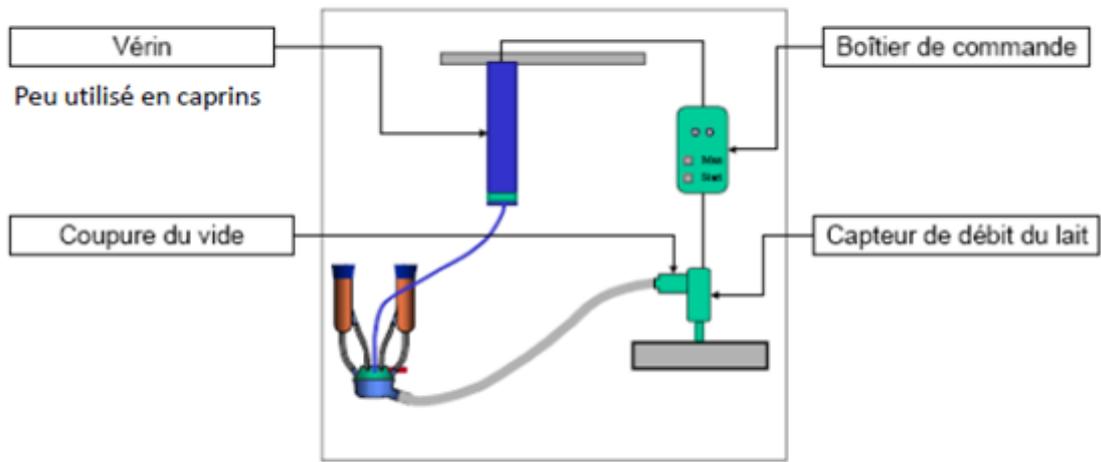
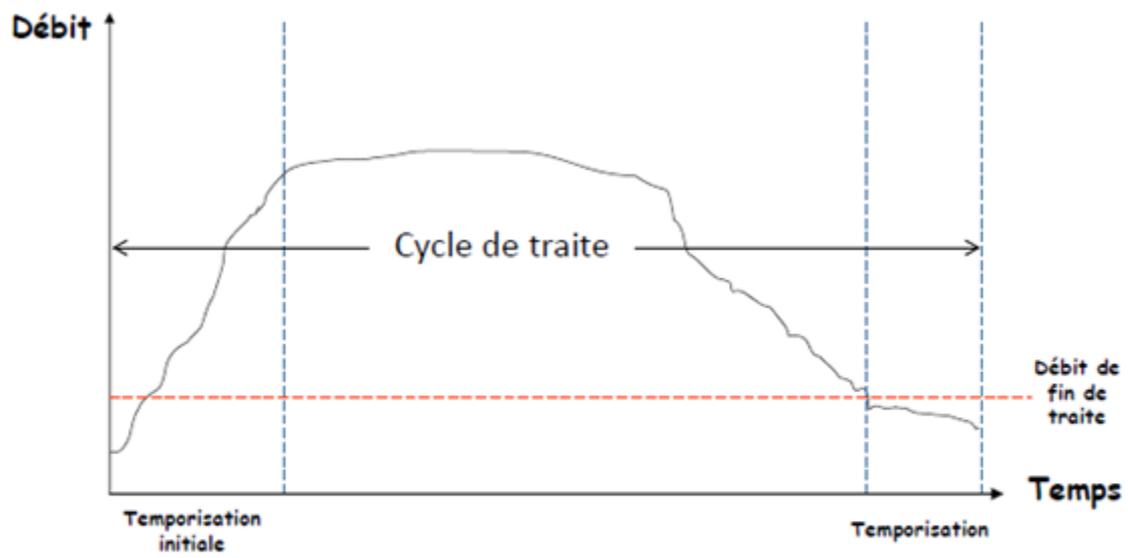


Schéma d'un dispositif de dépose automatique avec mesure du flux de lait



Figure 5 Schéma de l'installation de dépose automatique des faisceaux trayeurs (Poulet J.L, 2013)



Positionnement des phases de fonctionnement des système de dépose automatique sur une cinétique d'émission de lait

Figure 6 Cinétique d'émission du lait et seuil de dépose automatique en caprin. (Poulet J.L, 2013)

Tableau 1 Synthèse bibliographique. Effets du décrochage automatique sur différents paramètres (PL et qualité du lait, temps de traite, santé de la mamelle et des trayons). NS= non significatif ; NR : non renseigné ; VL= vaches laitières ; TB= taux butyreux ; TP= taux protéique, sem = semaine

Référence	Animaux et durée	Seuil de dépose (g/min) + temporisation finale (sec)	Production laitière (kg/l) /TB et TP	CCS / mammites cliniques	Gain de temps maximum traite/animal (sec)	Débits moyen de lait (g/min)	Congestion ou état des trayons
Rasmussen <i>et al</i> , 1993	135 VL, début de lactation 36 sem (primipares) 12 sem (multipares)	200 + 18	NS/NS	NS/NS	- 31		
		400 + 12					
Magliaro <i>et al</i> , 2005	60 VL Holstein toutes parités 12 semaines	480+ 25	NS/NR	NR/NS	-24		
		600 + 20					
		800 + 15					
Jago <i>et al</i> , 2010	378 VL croisées 9 mois	200 + 7	NS /NS	+ 0,19 (en log) /NS	- 48 (début de lactation) - 43 (après 16 sem de lactation)	+ 200 (en début de lactation)	NS
		400 + 7					
Courtot <i>et al</i> , 2006	16 VL Montbéliardes 8 semaines	200 + 0	NS/NS		-61		
		400 + 0					
		600 + 0					
		800 + 0					
	44 VL Montbéliardes 16 semaines	200 + 0	NS/NR				NS / -15% de trayons lésés
		800 + 0					
Billon <i>et al</i> , 2006	16 VL Holstein 8 semaines	200 + NA	NS/NS		- 46		
		400 + NA					
		600 + NA					
		800 + NA					
	42 VL Holstein 6 mois	200 + NA	-10900 CS/ml/ /NR				moins de congestion
		800 + NA					
Stewart <i>et al</i> , 2002	460 à 1300 VL, dans 5 fermes commerciales 1 mois	500 + 1	+ 0,28/NR		-15	+ 180	
		640 + 1					
		730 + 1					
		820 + 1					
Tangorra <i>et al</i> , 2010	24 chèvres Saanen 8 mois	‘Décrochage manuel	+ 0,14 /NR				
		70 + 10					
Bueso-Rodenas <i>et al</i> , 2014	84 chèvres Murciano-Granadina 48 jours	100 + 10/15/20	-1 à 3 % selon la temporisation finale		-47 (en début de lactation) -20 (fin de lactation)		
		150 + 10/ 15/20					
		200 + 10/15/20					
		250 + 10/15/20					
Billon <i>et al</i> , 2001	120 chèvres en ferme commerciale 4 mois	Dépose manuelle	NS/NS	- 0,25 (en log) pour la 3 ^{ème} semaine /NS			Moins de congestion
		Dépose automatique					

Tableau 2 Données de mise en lot (moyennes du lot et écart-type entre parenthèse de la production laitière, cellules somatiques (CCS), débit maximum mesuré pendant la semaine précédant l'expérience et nombre de chevrettes par lot)

	Production laitière (kg/j)	CCS (en milliers/ml)	Débit maximum (kg/min)	Nombre de chevrettes
Lot 1	3,6 (0,67)	448 (488)	1,2 (0,33)	4
Lot 2	3,6 (0,93)	456 (541)	1,3 (0,39)	4
Lot 3	3,6 (1,05)	449 (517)	1,3 (0,42)	4
Lot 4	3,5 (0,66)	474 (537)	1,3 (0,40)	3
Lot 5	3,7 (0,74)	432 (540)	1,2 (0,36)	4
Lot 6	3,6 (1,03)	446 (521)	1,2 (0,47)	4

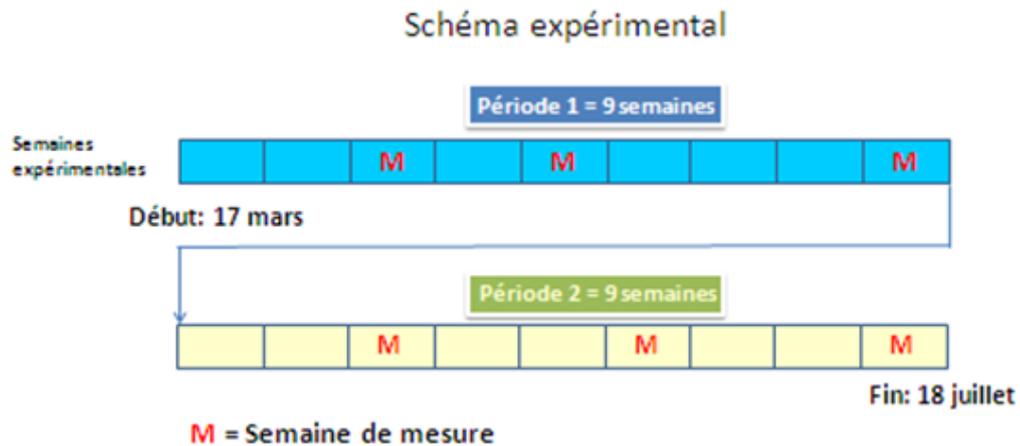


Figure 7 Déroulement de l'expérience au cours du temps

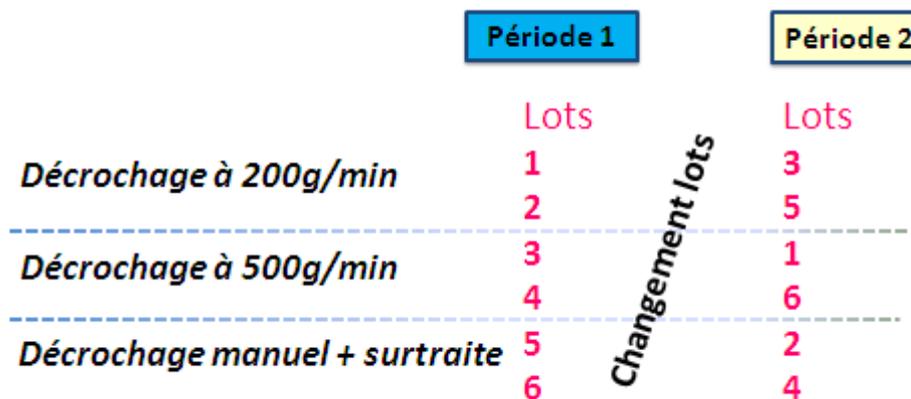


Figure 8 Schéma de répartition des lots par traitement expérimental

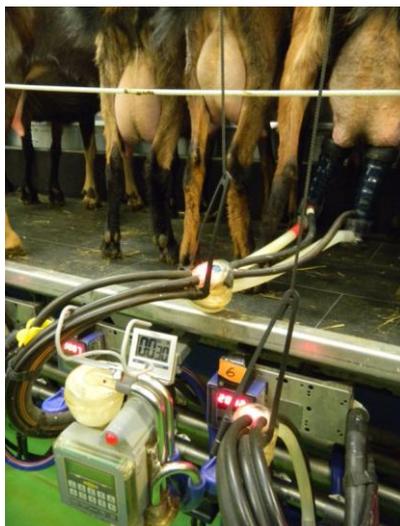


Figure 9 Installation en salle de traite, Lactocorder ® en marche et chronomètre pour contrôle précis des temps de surtraite. Le Caro, 2014, Méjusseaume.



Résolution 320 x 240 pixel, écran tactile
 Image thermique et vidéo numérique
 Calibration automatique ou manuelle

Précision 0,01°C (+/- 2% de la valeur mesurée)

Pointeur laser pour cibler les zones points

Zoom 1 à 4 fois, focus manuel

Stockage données multispétrales sur carte SD

Connexion wifi/bluetooth
 Autonomie 3-4 heures

Figure 10 Caractéristiques principales de la caméra thermique FLIR E 60 utilisée (D'après Pierre-Guy Marnet)

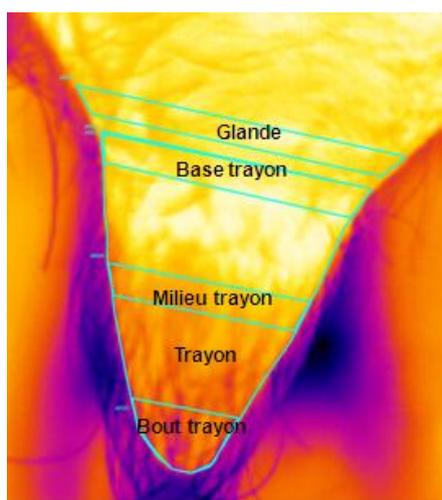


Figure 11 Découpage des cinq zones pour l'analyse des photos thermiques (d'après Alen Dzidic)

Détails des mesures effectuées toutes les 3 semaines

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin	PL Cinétique Cutimètre	PL Cinétique Thermographie	PL Cinétique Echantillons Cutimètre	PL Cinétique Thermographie	PL Cinétique Rattrapages
Soir	PL Cinétique Cutimètre	PL Cinétique Thermographie	PL Cinétique Echantillons Cutimètre	PL Cinétique Thermographie	PL Cinétique Rattrapages

Figure 12 Planning des mesures effectuées lors des "semaines de mesures

Tableau 3 Détail de la réalisation des classes d'animaux pour les analyses statistiques complémentaires

	Classe		
	Bas	Moyen	Haut
CCS pré-expérimentales (cellules/ml)	< 400000	400000-800000	> 800 000
<i>Effectifs/moyenne</i>	46/ 144 000	11/ 531 000	15/ 1 331 000
PL pré-expérimentale (kg/j)	≤ 3,5		> 3,5
<i>Effectifs/moyenne</i>	31/ 2,84		41/ 4,16
Débit maximum pré-expérimental (kg/min)	≤ 1	1,1 - 1,5	> 1,5
<i>Effectifs/moyenne</i>	28/ 0,87	27/ 1,29	17/ 1,79

Tableau 4 Effet du traitement sur la production laitière et la qualité du lait. (NS : non significatif, meq /100gMG : milli équivalents acides gras libre ; P1+P2 : 6 semaines de mesure, 18 semaines : toute la durée de l'expérience, 9 semaines : les 9èmes semaines)

	Période analysée	Traitements			Probabilité
		200	500	Surtraite	
Lait (kg /j)	P1+P2	3,89 ^a	3,87 ^a	3,92 ^a	NS
Lait Matin (kg)	P1+P2	2,03 ^a	2,01 ^b	2,08 ^a	NS
Lait Soir (kg)		1,83 ^a	1,90 ^a	1,85 ^a	
TB (g/kg)	18 semaines	35,5 ^a	36,0 ^a	36,0 ^a	NS
TP (g/kg)	18 semaines	30,3 ^a	31,1 ^b	30,9 ^b	0,001
CCS (log)	18 semaines	5,71 ^a	5,76 ^a	5,71 ^a	NS
CCS (log)	9 semaines	5,78 ^a	5,80 ^a	5,67 ^b	0,001
Lipolyse (meq /100g MG)	P1+P2	0,58 ^a	0,49 ^b	0,65 ^c	0,0007

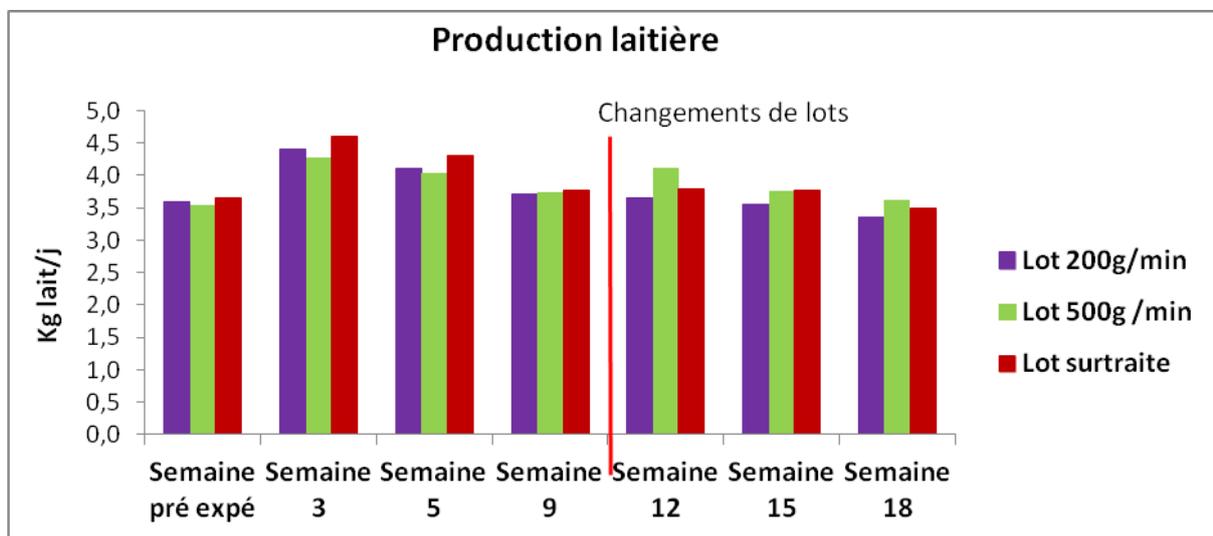


Figure 13 Production laitière par semaine de mesure et par traitement

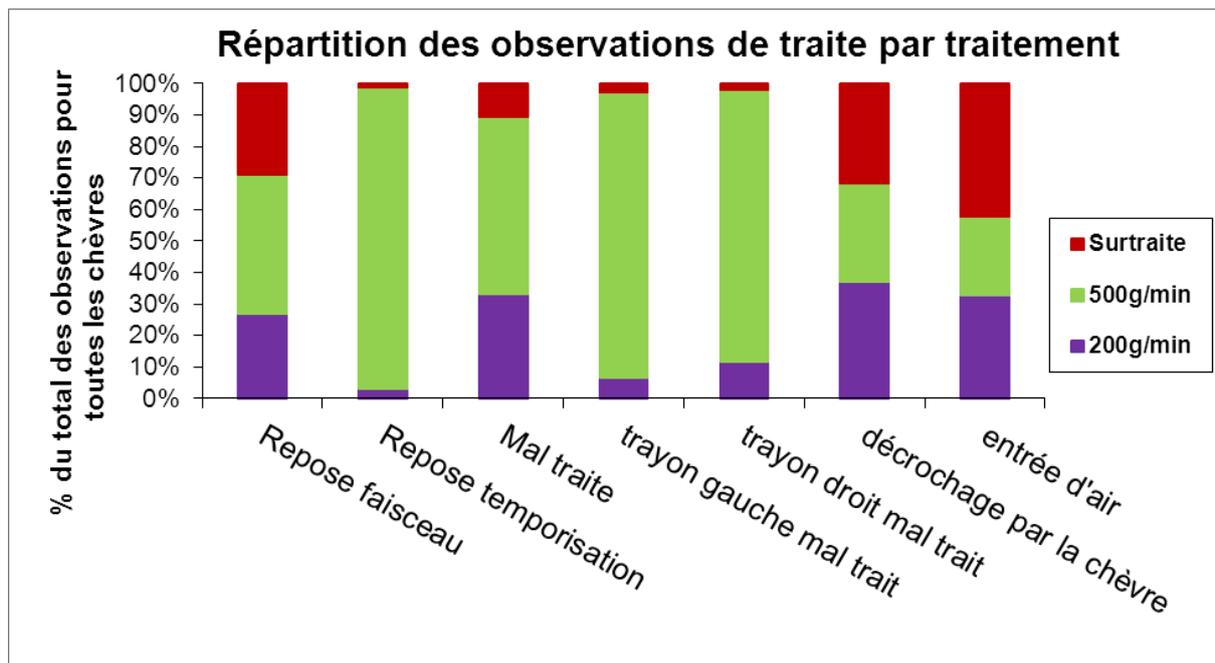


Figure 14 Somme des observations de traite totales par traitement exprimés en % du total des observations. (Repose de faisceaux : *repose après une chute*/ Repose temporisation : *si temporisation initiale insuffisante*/ Mal traite : *restes de lait dans la mamelle*/ Trayon mal trait : *il reste du lait dans une demi mamelle seulement* / Décrochage par la chèvre : *décrochage volontaire par l'animal*/ Entrée d'air : *sifflement caractéristique d'une entrée d'air intempestive dans le faisceau*)

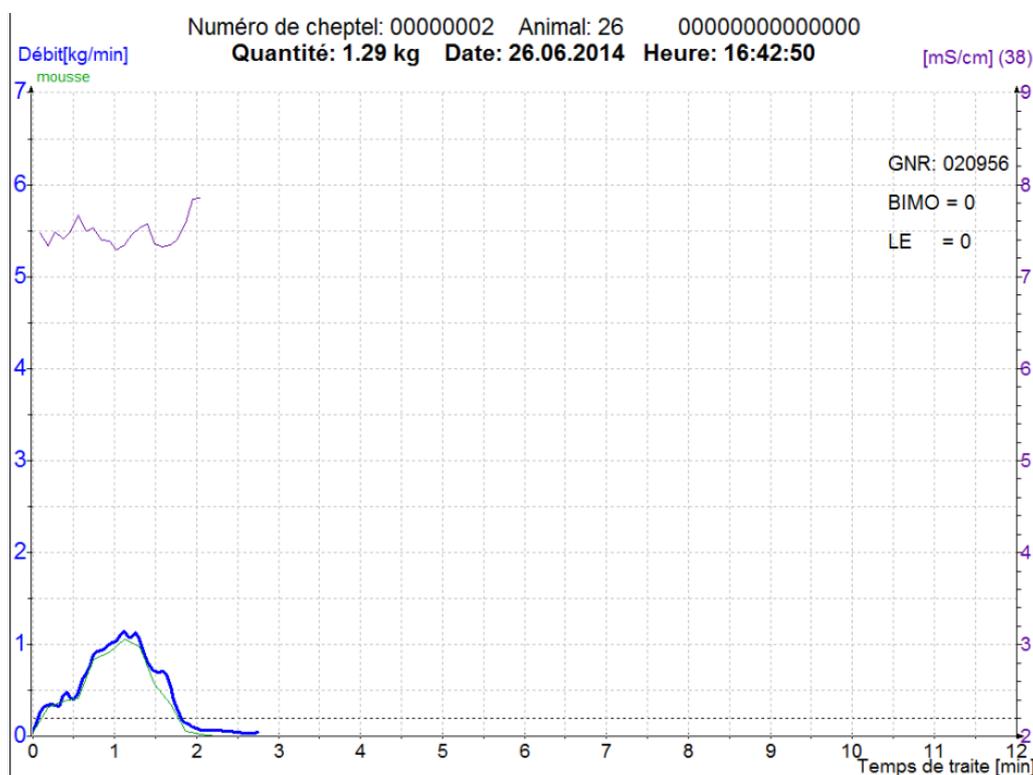


Figure 15 Courbe d'émission du lait d'une chèvre montrant un déséquilibre de traite et un défaut d'ouverture du sphincter en début de traite

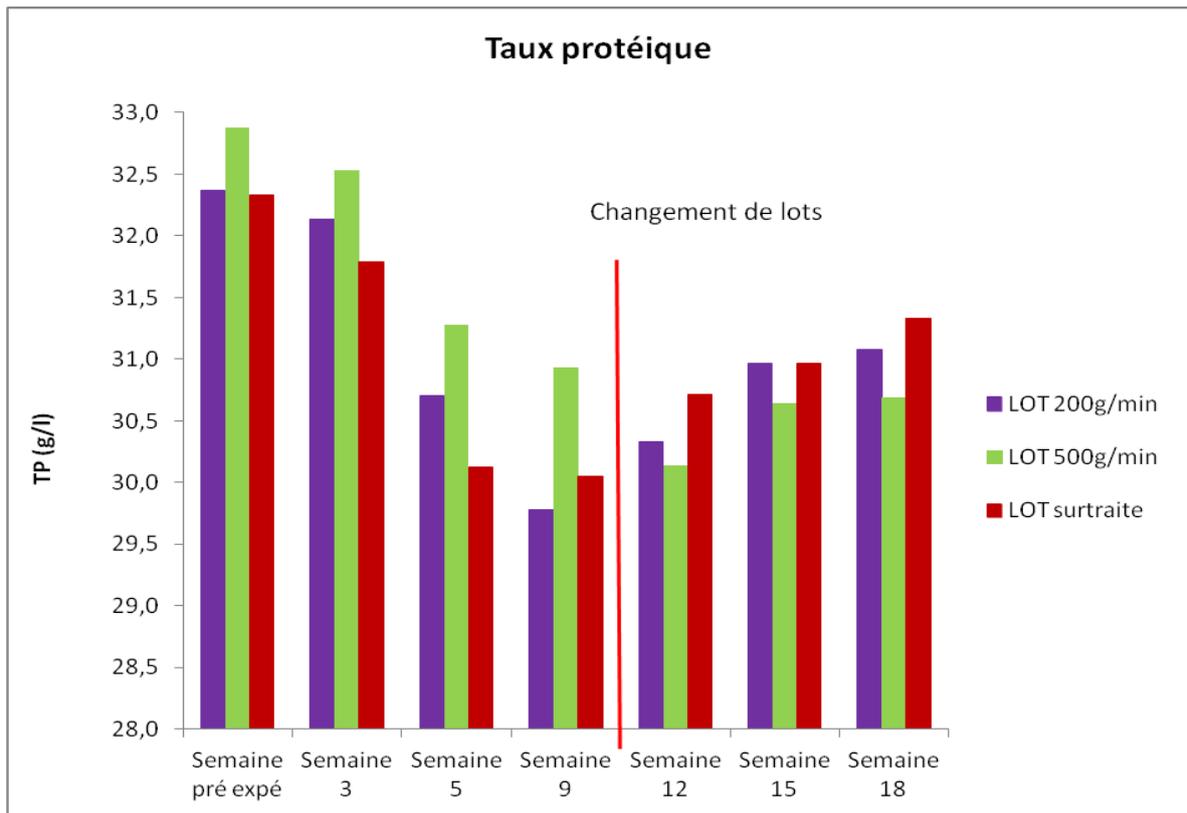


Figure 16 Taux protéique par semaine de mesure et par traitement

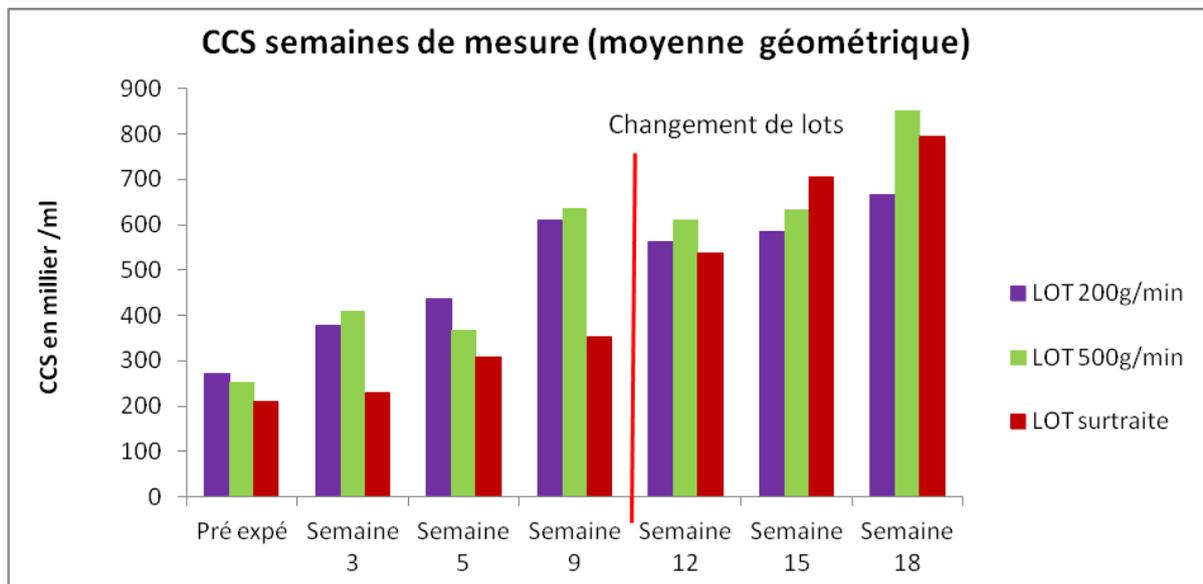


Figure 17 Moyennes géométriques des CCS par semaine de mesure et par traitement

Tableau 5 Effet du traitement sur certains critères de la cinétique d'émission du lait pendant la traite (NS : non significatif, P1+P2 : 6 semaines de mesures)

	Période analysée	Traitement			Probabilité
		200	500	Surtraite	
Débit maximum (kg/min)	P1+P2	1,26 ^a	1,27 ^a	1,26 ^a	NS
Débit moyen (kg/min)	P1+P2	0,90 ^a	0,95 ^b	0,89 ^a	0,008
Temps de traite (min)	P1+P2	2,39 ^a	2,19 ^b	3,02 ^c	0,0001

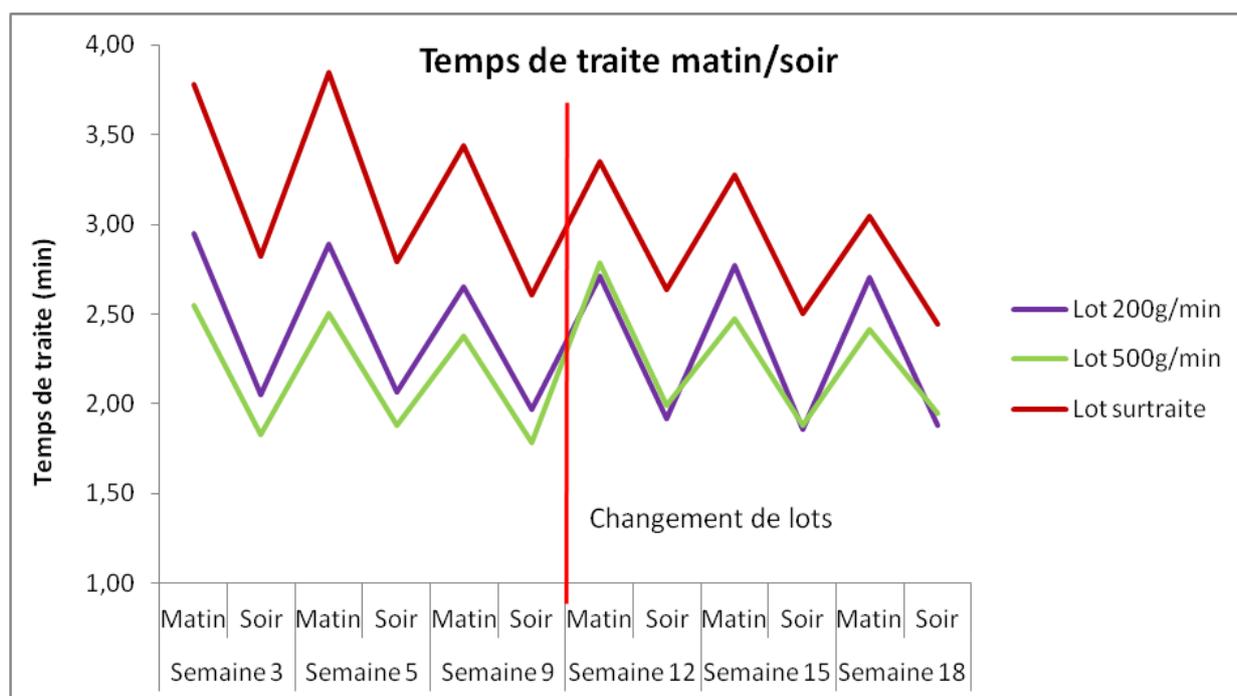


Figure 18 Temps de traite moyen par semaine de mesure, par traite et par traitement

Tableau 6 Effets du traitement sur l'épaisseur des trayons et la température des trayons
(AV : avant la traite ; AP : après la traite, P1+P2 : 6 semaines de mesure, P1 : 3 premières semaines des mesure)

	Période analysée	Traitement			
		200	500	Surtraite	Probabilité
Epaisseur AV (mm)	P1+P2	4,48 ^a	4,50 ^a	4,60 ^b	0,001
Ecart AP-AV (mm)	P1+P2	0,26 ^a	0,20 ^b	0,34 ^c	0,001
Ecart AP-AV température trayon (°C)	P1	-0,09 ^a	-0,33 ^b	0,03 ^a	0,0001
Ecart AP-AV température glande (°C)	P1	-0,18 ^a	-0,25 ^a	0,09 ^b	0,0001
Ecart AP-AV température bout du trayon (°C)	P1	0,42 ^a	0,27 ^a	0,78 ^b	0,0007
Ecart AP-AV température milieu du trayon (°C)	P1	0,18 ^a	-0,29 ^b	0,25 ^a	0,0001
Ecart AP-AV température base du trayon (°C)	P1	-0,47 ^a	-0,50 ^a	-0,31 ^b	0,02

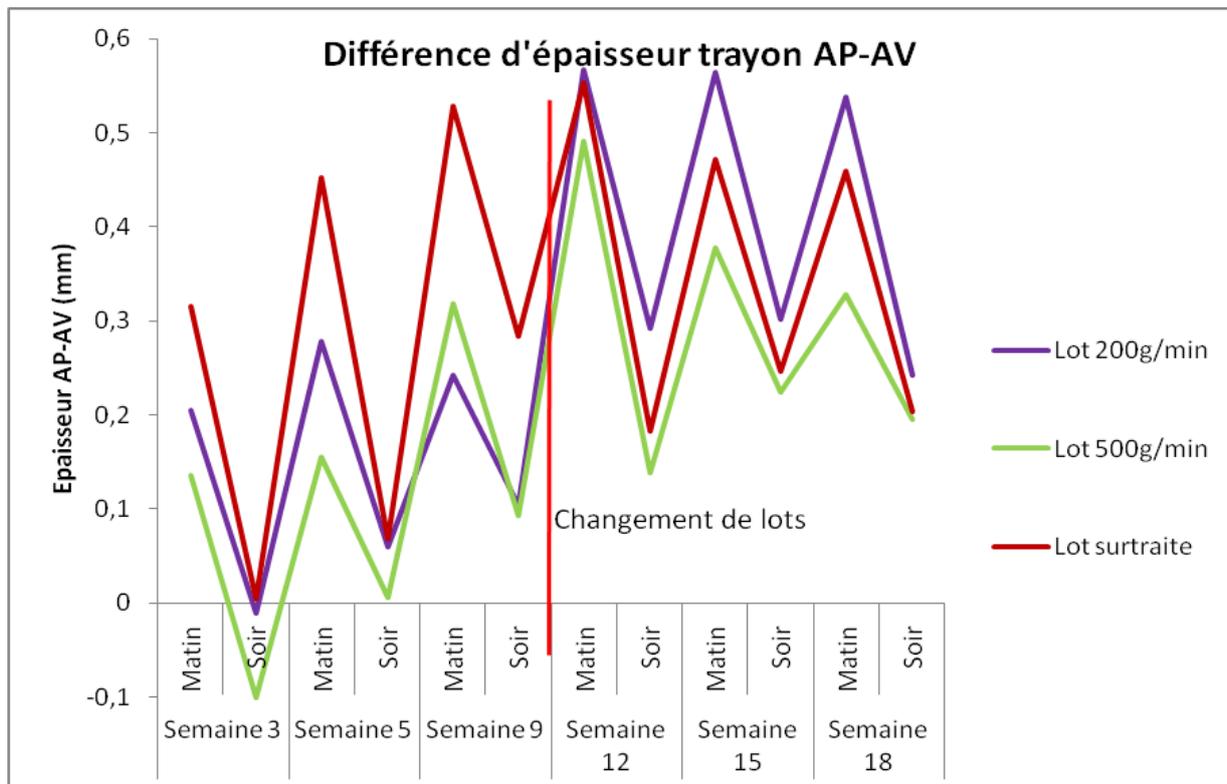


Figure 19 Congestion des trayons par traitement et par semaine de mesure et par traite.



Figure 20 Exemple d'hernie de la mamelle (chèvre numéro 15), Méjusseaume, Le Caro, le 30/06/14.

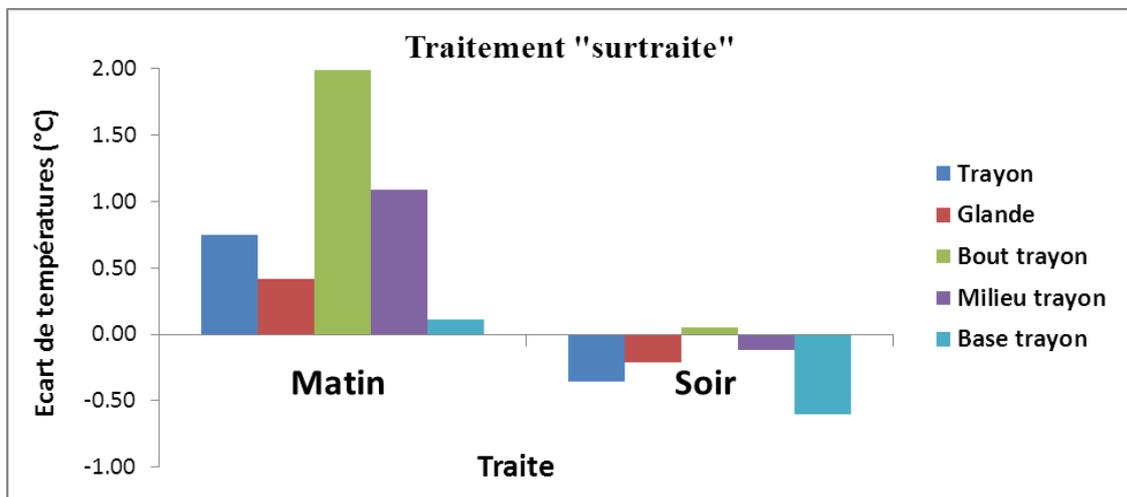


Figure 21 Ecart moyen de température après - avant la traite sur la période 1, par zone du trayon (gauche) en traitement "surtraite"

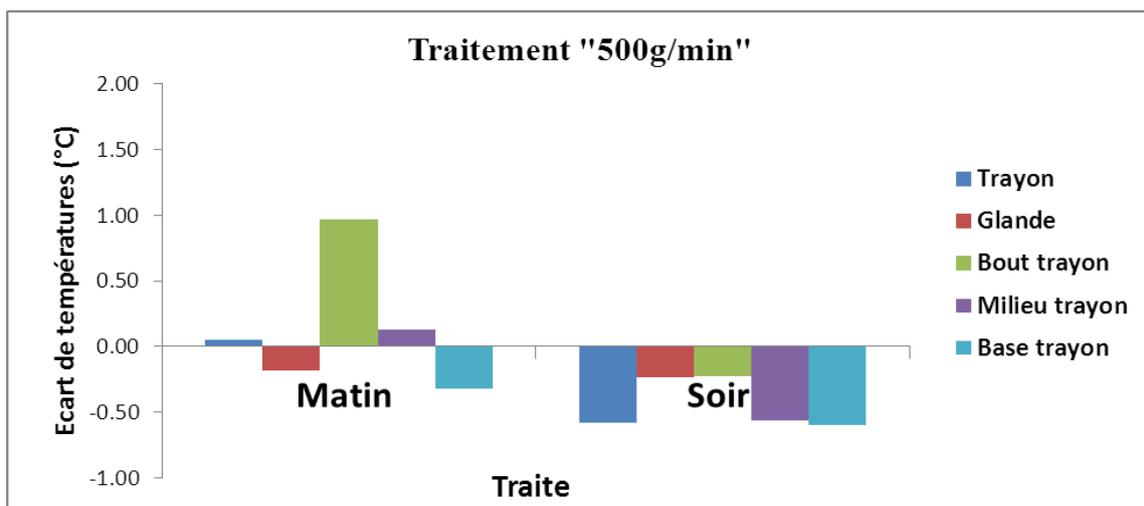


Figure 22 Ecart de moyen de température après - avant la traite sur la période 1, par zone trayon (gauche) en traitement "décrochage à 500g/min"

Table des annexes

Annexe I : Contrôle Depos'traite

Annexe II : Méthode de mesure de la congestion des trayons au cutimètre d'Hauptner

Annexe III : Méthode de pointage des mamelles adaptée par Leila Le Caro

Annexe IV : Elaboration des classes d'animaux à partir du pointage

Annexe V : Quantification des observations faites à la traite

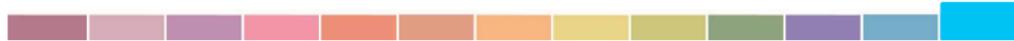
Annexes

Annexe I : Contrôle Dépos'Traite

SPACE 2013 Les conférences de l'Institut de l'Elevage

Le matériel utilisé

- Un **Simulateur de Fin de Traite**, permettant de reproduire une cinétique de fin de traite théorique en utilisant différentes solutions adaptée à chaque système de dépose automatique testé
- Un **manomètre**, avec enregistrement dynamique du vide,
- Un **conductimètre**, permettant l'obtention d'une solution de contrôle optimale



SPACE 2013 Les conférences de l'Institut de l'Elevage

La temporisation en l'absence de lait

- Mesure de la réaction du système en cas de dysfonctionnement (pas d'écoulement de lait) et de sa **capacité à laisser l'émission de lait se mettre en place** (phase ascendante de la cinétique d'émission du lait).
- **Chronométrage** du temps s'écoulant **entre la mise en service** du poste de traite (mode automatique) **et le retrait** du faisceau, en fonctionnement **à sec** (sans écoulement de liquide).
- Réglages observés : entre **25 et 40 s en caprins** et entre **0 et 260 s en bovins**.



SPACE 2013

Les conférences de l'Institut de l'Elevage La simulation de fin de traite

- **Simulation**, à l'aide d'un **automate** (SFT : Simulateur de Fin de Traite), d'une **fin de traite théorique** pour mesurer le **moment effectif de la dépose**
- Les mesures obtenues par le SFT ne correspondent pas au réglage de l'installation
- **Courbe de débit par paliers** : un intervalle de temps = un débit,
- En bovin : diminution toutes les 20 s par paliers de 100 g/min
- En caprin : diminution toutes les 20s par palier de 100 g/min jusqu'à 300, puis paliers de 50 g/min
- **Eau claire** (orifice calibré), **solution saline** ou acide à 6,3 ms/cm à 35°C (mesure de conductivité) ou **lait** (sans problème de qualité) à 35 °C (mesure optique),
- **Chronométrage** par SFT, à partir du palier des 800 g/min **jusqu'au déclenchement** de la dépose (coupure du vide) : moyenne observée à **99 s** (19 à 160 s) **en caprins** et **125 s** (3 à 227 s) **en bovins**.



SPACE 2013

Les conférences de l'Institut de l'Elevage La simulation de fin de traite



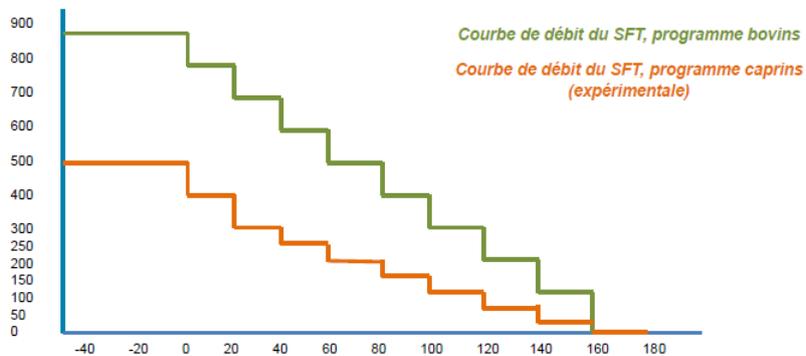
Le Simulateur de Fin de Traite



SPACE 2013

Les conférences de l'Institut de l'Élevage

La simulation de fin de traite



SPACE 2013

Les conférences de l'Institut de l'Élevage

Le vide résiduel

- Mesure du niveau de **vide résiduel** dans l'un des manchons **au moment de la dépose** (retrait du vérin),
- Eviter l'**arrachage** ou la **chute** du faisceau,
- **0,5 à 45 kPa en bovins**, mesure rarement effectuée en caprins car très peu de vériers.



Annexe II : Méthode de mesure de la congestion des trayons au cutimètre d'Hauptner

Méthode de mesures de la réaction des trayons à la traite

(Mesure de la congestion)

Pierre Guy MARNET

UMR PEGASE (AGROCAMPUS-OUEST/INRA)

Cutimètre



Mesures :

Les mesures au cutimètre doivent être réalisées au minimum 2 fois par trayons et par le même manipulateur (**idéalement 3 à 4 fois**).

Ces deux mesures auront lieu lors de deux traites différentes soit le matin soit le soir (préférence pour la traite du matin, plus longue et plus susceptible d'avoir un effet significatif ; ne surtout pas mélanger traites du soir et du matin).

Lors de ces deux traites, commencer une fois par le trayon droit et une fois par le trayon gauche car la réaction de l'animal à la mesure impactera l'autre trayon.

Le cutimètre doit être conservé à température ambiante et son ressort « réchauffé » par une vingtaine de **mouvements à vide avant de démarrer les mesures**. Vérifier que la vis de serrage ne frotte pas et/ou l'enlever le temps des mesures.

Une mesure de réaction à la traite comprend une mesure avant la pose du faisceau et une autre immédiatement après la dépose. Attention il est impératif de ne pas travailler par série d'animaux sur la quai pour la traite car, soit les animaux vont attendre trop longtemps après la dépose pour la mesure qui dure plus longtemps que la traite, soit, à l'inverse, vous créez une surtraite préjudiciable si vous attendez avant de déposer le faisceau trayeur. De fait la mesure sera longue et vous ne pourrez pas passer plus d'une cinquantaine d'animaux sans induire un retard de traite préjudiciable lui aussi. A vous d'ajuster le nombre d'animaux mesurés en fonction de votre vitesse de mesure.

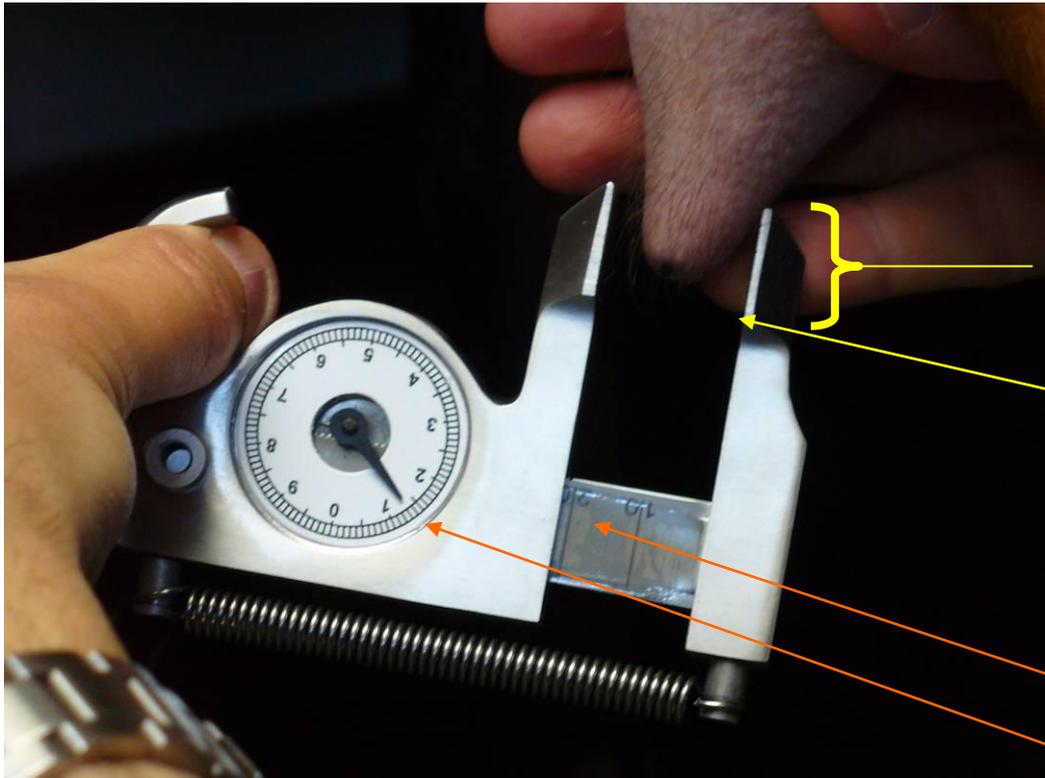
Pour la mesure ; **relâchez les mâchoires doucement** pour ne pas pincer. Une fois relâché **compter jusqu'à 3 (à 5) et faire la lecture** (la mesure n'est pas stable car le tissu s'écrasera; **il faut donc respecter un temps avant lecture identique pour tous les trayons et animaux**

Entretien du Cutimètre : Ne pas mouiller le cutimètre. Ne pas le laisser dans un endroit poussiéreux, le réserver après usage dans son sac polyéthylène. Il est possible d'huiler légèrement la crémaillère si le mécanisme semble plus dur. Pour cela enlever le ressort, ouvrir les mâchoires au maximum de façon délicate et enduire la crémaillère d'huile moteur propre. Essuyer le surplus avec un tissu en évitant de toucher les dents. Si des grosses poussières ou particules semblent gripper le mouvement, nettoyer délicatement les dents avec une brosse fine (brosse à dent). Huiler essuyer et remonter le ressort.

Attention à la vitre du vernier circulaire qui se déboîte facilement. La remonter impérativement pour éviter les poussières et de toucher/dérégler/casser l'aiguille

Positionnement pour les mesures :

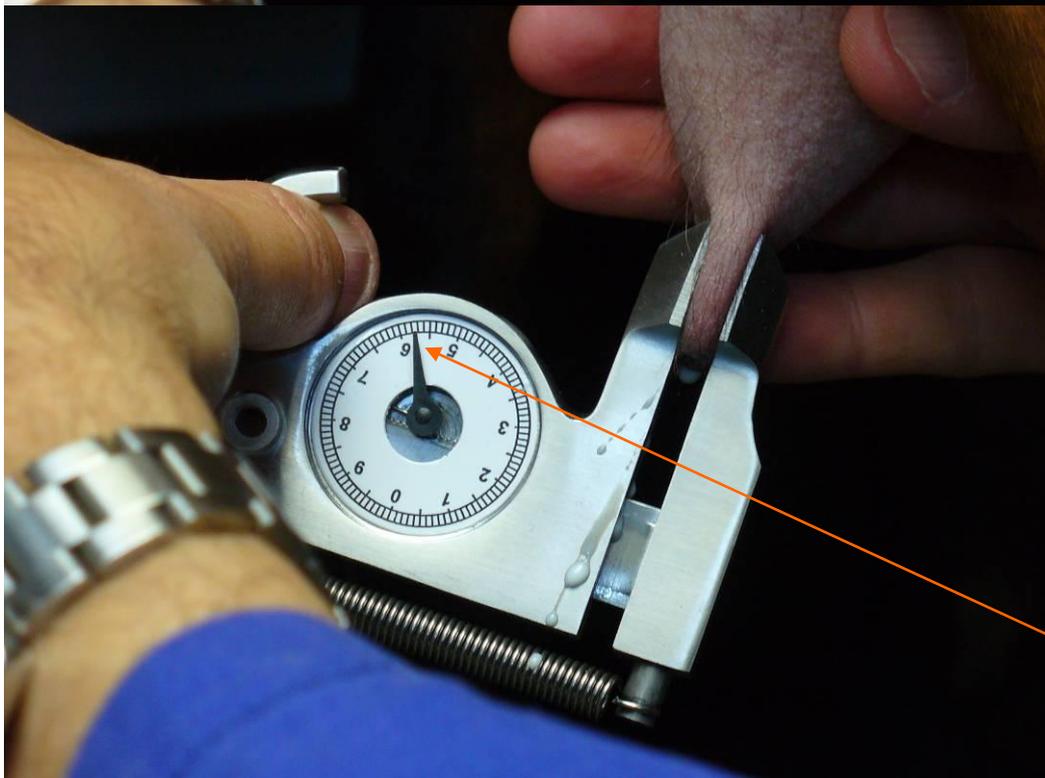
Le cutimètre doit être ouvert modérément puis positionné de telle façon que l'extrémité du trayon arrive environ au $\frac{3}{4}$ de la profondeur de mâchoire de la pince. Pour aider, il y a des stries sur ces mâchoires et il faut se positionner de telle façon que l'on en laisse une et demie en dessous de l'extrémité du trayon. Ainsi lors de la fermeture, cette extrémité ne doit pas dépasser de la face interne des mâchoires.



Mâchoire de la pince

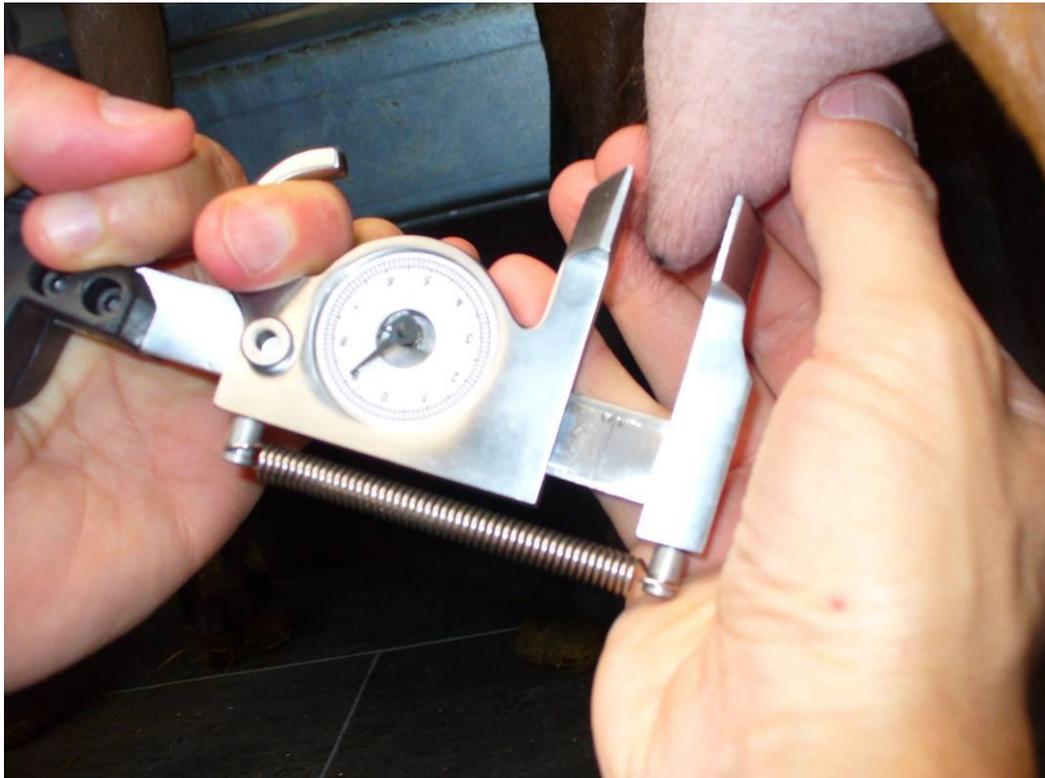
Bord interne

Ici les mâchoires sont écartées de 21,3 mm (20 sur la barre graduée et 1,3 sur le vernier rond)



Ici on dépasse un peu (c'est tolérable donc ne pas repositionner et noter). Ce sera mieux la prochaine fois !

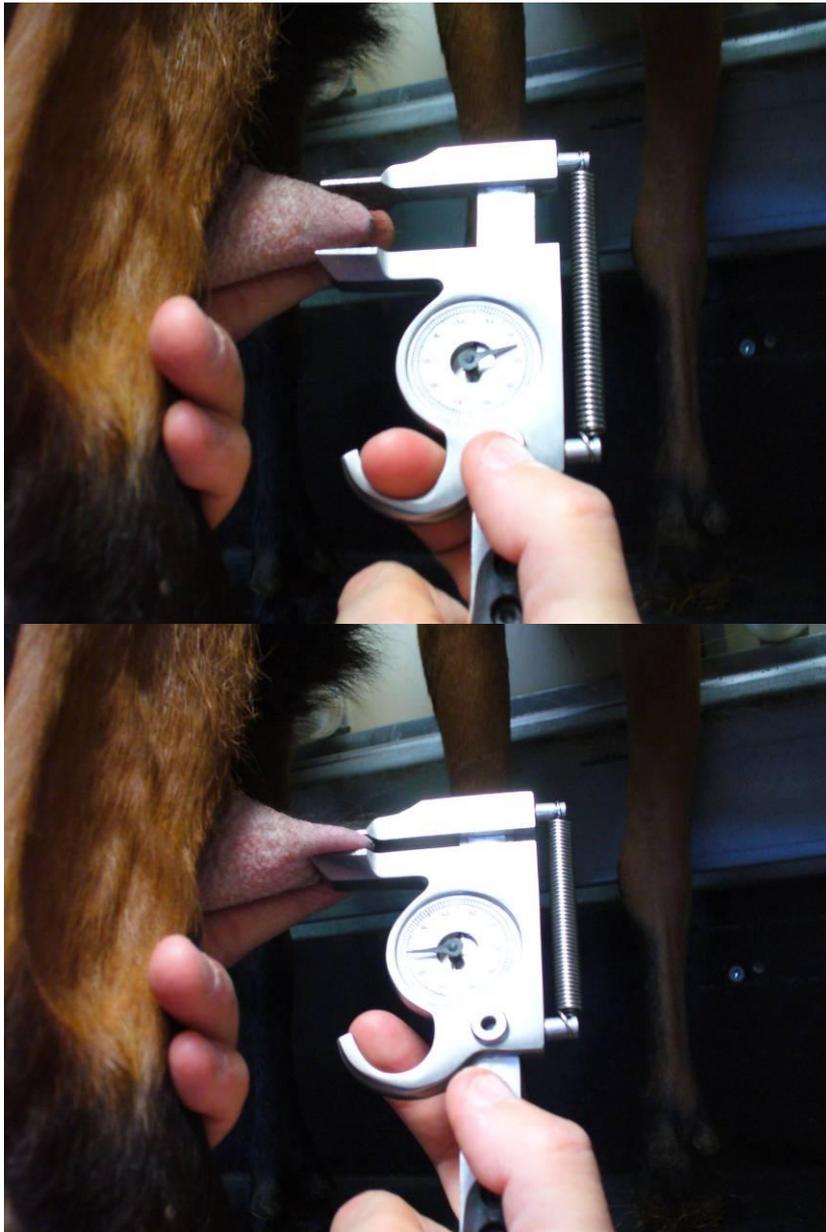
...



Ici on a un positionnement idéal des mâchoires. Une fois resserrées l'extrémité du trayon ne dépasse par le bord interne de la mâchoire



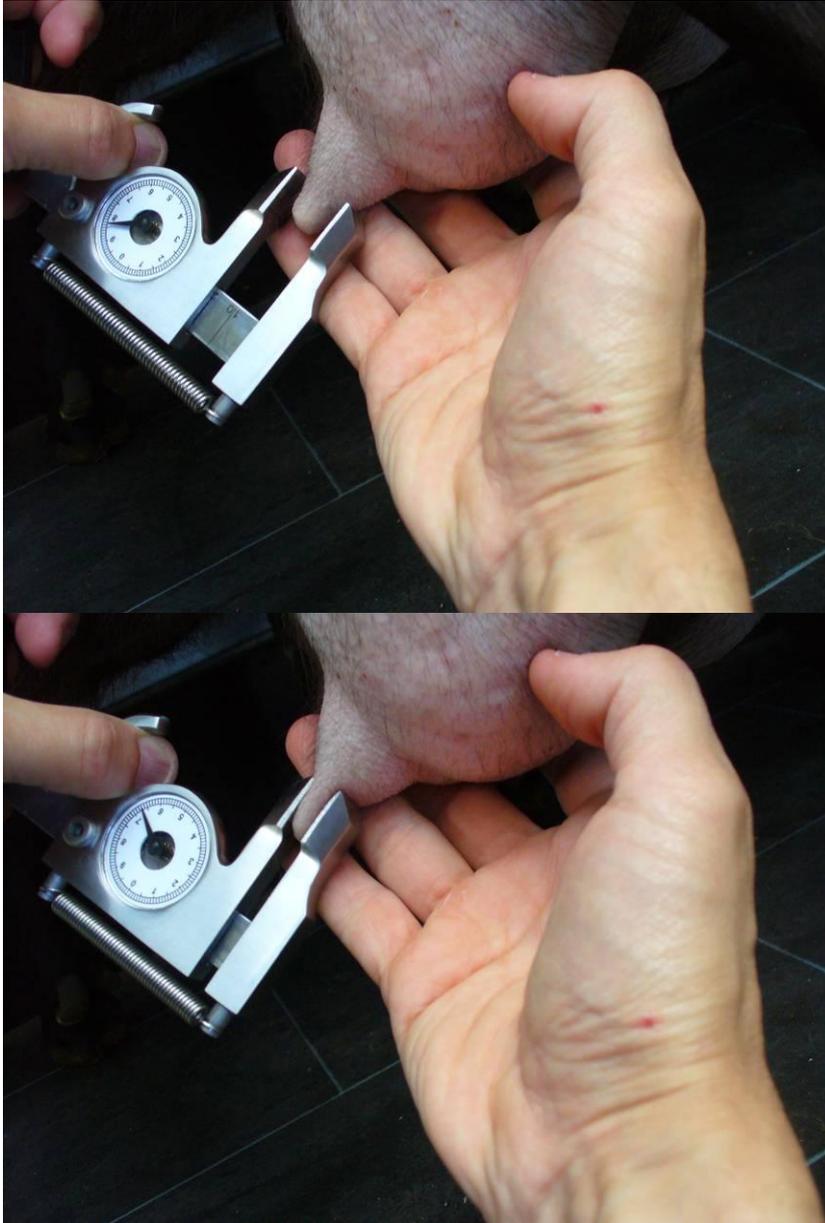
Ici trayon épais (environ 7 mm)



Bon positionnement sur un trayon difficile d'accès.

On peut tenir le trayon doucement et/ou le pousser à l'horizontale afin de pouvoir l'attraper mais il ne faut ni le pincer ni le couder fortement ce qui entrainerait une pression dans le trayons qui modifiera la mesure.

En cas de difficultés d'accès et d'animal agité, avoir un aide qui maintien l'animal en appuyant sur son arrière train (et accessoirement copie la mesure si on n'a pas de dictaphone) est préférable.



Bon positionnement sur un trayon court, juste positionné avec deux doigts et qui est idéalement saisi entre les mâchoires.

Sur l'image le trayon est épais (environ 6,6 mm)



Mesure par le coté.
Positionnement de la demi-mamelle sans pression sur le trayon.

Positionnement idéal entre les mâchoires.

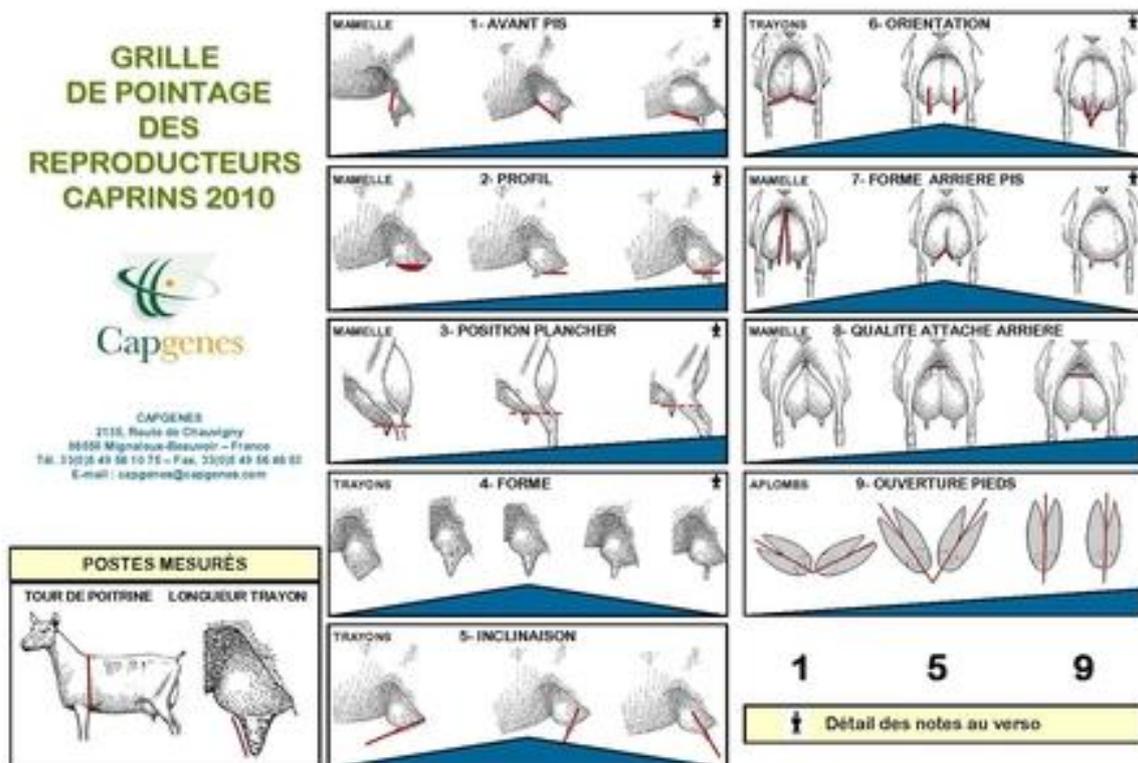


Sur l'image le trayon est moyen à épais (environ 6,2 mm)

Annexe III : Méthode de pointage des mamelles adaptée par Leila Le Caro

La morphologie de la mamelle est encore assez peu étudiée et surtout prise en compte en élevage caprin et beaucoup d'éleveurs continuent à privilégier la production laitière sur l'aptitude à la traite (vitesse de traite, débit de lait, facilité à poser le faisceau, etc...). La morphologie de la mamelle peut cependant avoir un impact extrêmement important sur l'aptitude à la traite de l'animal et le temps de travail de l'éleveur. C'est pourquoi l'organisme de sélection Capgène a mis en place dès 1995 un index de synthèse morphologique (IMC) utilisant certains postes de pointage réguliers des mamelles des reproducteurs. Ce travail a déclenché un ensemble de réflexions et de recherches sur les liens possibles entre la morphologie de la mamelle, la cinétique d'éjection du lait et la santé mammaire. L'étude menée par Pierre-Guy Marnet dans le cadre du projet MAMOVICAP à l'INRA du Rheu s'inscrit dans cette démarche et vise à proposer aux éleveurs et sélectionneurs caprins des réponses précises, qui leur permettront de faire des choix justifiés et pertinents dans la sélection et la réforme de leurs animaux.

Les critères retenus et le système de notation de la morphologie des mamelles des chèvres laitières, présentés dans cette fiche d'observation des mamelles, sont inspirés par la grille de pointage des reproducteurs Capgène 2010 (Disponible sur <http://www.capgenes.com/spip.php?article13>). Tous les aspects développés dans la grille Capgène n'ont pas été conservés par souci de gain de temps, de concision et de pertinence des critères retenus.



Observations avant la traite

- **Profondeur de la mamelle : comment se situe la zone d'attache du trayon par rapport au jarret ?**

Une mamelle trop basse n'est pas facile à traire car les gobelets seront coincés entre le sol et la mamelle, positionnés en biais ce qui est susceptible de provoquer des entrées d'air intempestives. De plus, une mamelle trop basse peut être la conséquence d'une fragilité, voire rupture ou dégradation irréversible de l'attache de la mamelle.

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 1 (ATTACHE TRAYONS TRES AU-DESSUS DU JARRET) A 9 (ATTACHE TRAYONS TRES EN DESSOUS DU JARRET).

Note 1
Attache des trayons au-
dessous du jarret



Note 5
Attache des trayons au
niveau du jarret



Note 9
Attache des trayons en
dessus du jarret



- **Forme des trayons: les trayons sont-ils plutôt fins ou épais avant la traite?**

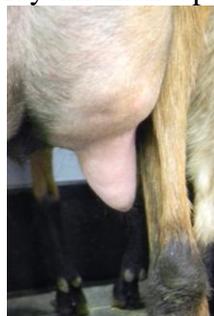
Un trayon trop épais et qui ne rentre pas bien dans le manchon peut-être soumis à une forte congestion lors de la traite par défaut de massage alors qu'un trayon trop fin provoquera des entrées d'air et/ou pénétrera trop profondément et là encore ne sera pas massé à son extrémité qui passera sous le plan de flambage et restera soumise au vide toute la traite.

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 1 (TRAYON TRES EPAIS) A 9 (TRAYON TRES FIN).

Note 1
Très épais



Note 5
Moyennement épais



Note 9
Très fin



- ***Inclinaison des trayons : Avant la traite les trayons sont-ils plutôt dirigés vers l'avant de l'animal, le sol ou l'arrière de l'animal ?***

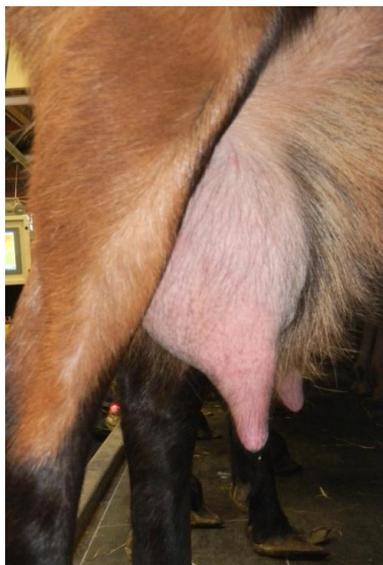
Le branchement des gobelets est rendu difficile si les trayons sont orientés tout à fait vers l'avant et peu accessibles. Les trayons peuvent s'en trouver pliés et un mauvais positionnement de ces derniers dans les manchons est plus fréquent, entraînant parfois un besoin de repose suite à défaut de vidange.

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 1 (VERS L'AVANT) A 9 (VERS L'ARRIERE).

Note 1
Fortement vers l'avant



Note 5
Vers le sol



Note 9
Fortement vers l'arrière
Pas de photo et rare

- ***Orientation des trayons : Avant la traite les trayons sont-ils plutôt dirigés vers le côté ou le sol?***

Le branchement des gobelets est rendu difficile si les trayons sont orientés tout à fait vers le côté. Les trayons peuvent s'en trouver pliés et un mauvais positionnement de ces derniers dans les manchons est plus fréquent, entraînant parfois un besoin de repose suite à défaut de vidange. Le contact avec les pattes accroît aussi la gêne et les risques de décrochage par réaction aux mouvements du faisceau.

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 1 (VERS LE COTE) A 9 (VERS L'INTERIEUR).

Note 1
Fortement vers le côté

Note 5
Vers le sol

Note 9
Fortement vers l'intérieur



Pas de photo et
rare

- *Longueur des trayons, de l'attache jusqu'à l'extrémité ?*

Mesuré en cm à l'aide d'un mètre ruban

- *Diamètre maximum des trayons ?*

Mesuré en cm à l'aide d'un mètre ruban

Observation avant et après la traite

- *Profil de la mamelle : la forme globale de la mamelle est-elle maintenue après la traite ?*

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 0 (PAS DE CHANGEMENT DE FORME) OU 1 (CHANGEMENT DE FORME)

	Forme avant la traite	Forme après la traite
Note 0		

Pas de grand changement de forme. forme globale et position des trayons sont respectés

Note 1		
--------	---	--

Forme (ballon ou chaussette). Après la traite, la forme est très différente avec des poches citernales visiblement aplaties

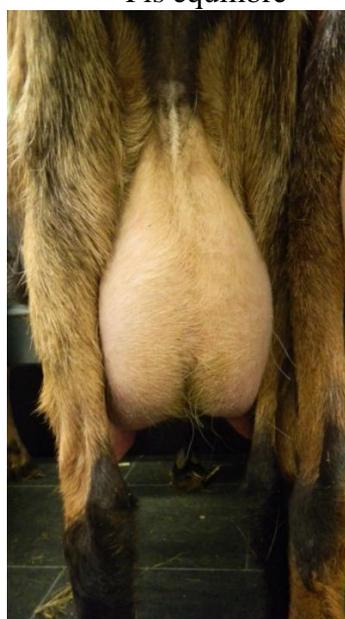
Observations après la traite

- *Déséquilibre de la mamelle : les deux demi-mamelles sont-elles traitées de la même manière ?*

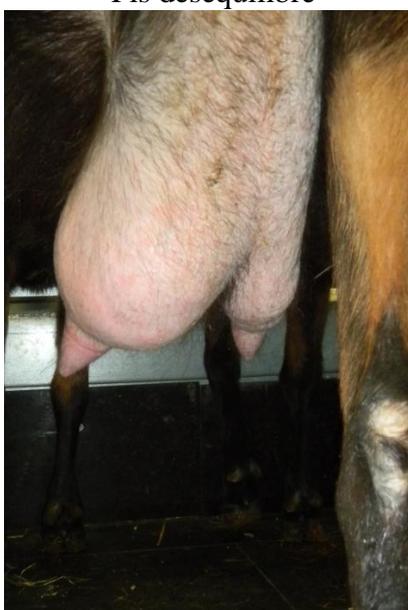
Un déséquilibre visible après la traite entre les deux demi-mamelles s'explique, en dehors de cas avérés et ponctuels de mauvaise pose du faisceau) par une hétérogénéité de la vitesse de traite des deux trayons et entraîne donc une surtraite probable de l'un des deux. La surtraite est à éviter car elle agresse la mamelle et la rend plus fragile face aux infections bactériennes.

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 0 (MAMELLE EQUILIBRE) OU 1 (MAMELLE DESEQUILIBREE)

Note 0
Pis équilibré



Note 1
Pis déséquilibré



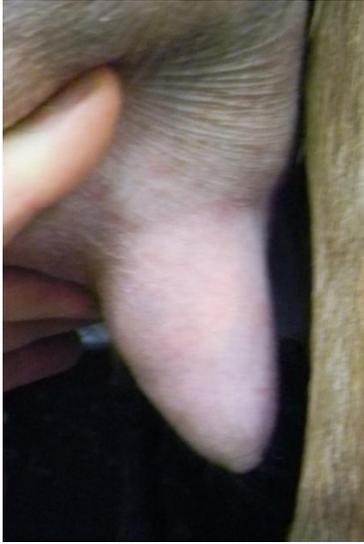
- **Pilosité des trayons : l'extrémité des trayons est-elle poilue?**

Il existe d'assez fortes disparités dans la pilosité des mamelles et surtout des trayons dont on ne sait si cela représente un facteur de risque ou favorable dans le domaine des infections mammaires (porteurs de germes ou microenvironnement local à risque ou au contraire protection contre les dépôts de germes d'environnement sur la peau... ?).

NOTE DE L'OBSERVATEUR : 0 (PAS DE POILS A L'EXTREMITE DU TRAYON) OU 1 (EXTREMITE DU TRAYON POILUE)

Note 0
Extrémité du trayon non poilue

Note 1
Extrémité du trayon poilue



Annexe IV : Elaboration des classes d'animaux à partir du pointage

Détail du classement des chèvres par note obtenue à chaque poste de traite lors du pointage

Poste de pointage	Classe	
	Facile	Difficile
Hauteur plancher mamelle	4 - 6 et 7 - 9	1 - 3
<i>Effectifs</i>	67	5
Forme des trayons	4 - 6	1 - 3 et 7 - 9
<i>Effectifs</i>	57	15
Inclinaison trayons	4 - 6	1 - 3 et 7 - 9
<i>Effectifs</i>	59	13
Orientation trayons	4 - 6	1 - 3 et 7 - 9
<i>Effectifs</i>	53	19
Longueur trayons	4- 6 cm	< 3 cm et > 7 cm
<i>Effectifs</i>	61	11
Diamètre trayons	3- 5 cm	< 2 cm et > 6 cm
<i>Effectifs</i>	66	6

Bilan :

Chèvre avec mamelle « facile » = Moins de 2 postes d'observations notés « difficiles »

Effectif : 49

Chèvre avec mamelle « difficile » = Au moins 2 postes d'observations notés « difficiles »

Effectif : 23

Annexe V : Quantification des observations faites à la traite

Seuls les animaux ayant eu plus de 10 répétitions d'observation du même événement lors d'une période ont été retenus dans la construction du tableau, les autres sont considérés comme « sans problèmes » récurrents à la traite.

La période 1 et la période 2 correspondent à un total de 252 traites.

Détails des observations de traite par période pour les animaux à problèmes

Nombre d'observations à la traite

Animal	Période	Traitement	Repose	Repose T	Mal traite	Mal traite G	Mal traite D	Décro par chèvre	Entrée d'air
93	P1	500	3		20	76	6	1	
	P2	Surtraite	2				1	2	
1145	P1	200	11		21	1	2	3	11
	P2	Surtraite	11		4		1	2	13
53	P1	200	34	1		3	2	16	
	P2	500	32		2	4		21	2
7176	P1	200			44	5	1		
	P2	Surtraite	4		20		1	2	
9148	P1	200	1		20	2	4		1
	P2	Surtraite	1		7			1	
15	P1	500	28	31	22	51	1	3	8
	P2	200	5		1	1	1	3	14
57	P1	500	2		38	9	24	1	1
	P2	200	2		32	4	9	1	
1130	P1	500	5	3	6	39			
	P2	200				1			
26	P1	500			11	29			
	P2	Surtraite	1					1	
1118	P1	500	4	3	8	48	1		4
	P2	Surtraite	1	1					2
3009	P1	500	2		15	19	26		1
	P2	Surtraite	4						1
3032	P1	500	1		8	34			2
	P2	Surtraite	7			1			13
3084	P1	Surtraite	35					24	6
	P2	200	19			4		12	2
1028	P1	500	7	7	10	10	3		4
	P2	200					2		9
17	P1	Surtraite			4	4			1
	P2	500	1		7	12	4	1	1
70	P1	200	9			1		7	5
	P2	500	26			21		20	4
119	P1	200			3	3	1		
	P2	500	2	1	13	3	62	1	
148	P1	Surtraite	3		2		2	1	2
	P2	500	29	27	20	4	49	1	1
1114	P1	500	5		2	2		3	
	P2	200	22		1		2	17	2
1241	P1	Surtraite	2		1	1			1
	P2	500	3	1	5	88	5		2
2244	P1	Surtraite	1						12
	P2	500	1		2	21	1		3
3053	P1	200	8					5	3
	P2	Surtraite	18	1				10	5
8023	P1	200	1	1		2			
	P2	500	59	55	29	41			
8153	P1	200	1		7		1		
	P2	500			17	6	12		

Légende : **Repose** : repose faisceau, **Repose T** : repose faisceau en début de traite pour cause de temporisation initiale trop courte, **Mal traite** : reste du lait dans les deux demi-mamelles, **Mal traite G ou D** : reste du lait dans la demi-mamelle gauche ou droite, **Décro par la chèvre** : décrochage par l'animal à l'aide de sa patte, **Entrée d'air** : Sifflement caractéristique d'une entrée d'air intempestive dans le faisceau

Remarque :

Sur le total de trayons mal traits à gauche ou à droite, les mal traits à gauche représentent 69% du total.

13 chèvres ont montré un déséquilibre d'écoulement du lait à la traite qui correspond aux colonnes « mal trait D » et « mal trait G » en rose du tableau 2.

Elaboration de la classe "Déséquilibre" à partir des accidents de traite

Classe Déséquilibre à la traite		
	OK	Pas OK
<i>Effectifs</i>	58	14

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : Ingénierie Zootechnique Spécialisation / option : Enseignant référent : Vanessa Lollivier
Auteur(s) : Leïla LE CARO Date de naissance* : 12/02/1990	Organisme d'accueil : UMR 1348 INRA AGROCAMPUS-OUEST PEGASE Adresse : 65, rue de St brieuc, 35042 Rennes
Nb pages : 20 Annexe(s) :21	Maître de stage : Prof. Pierre-Guy Marnet
Année de soutenance : 2014	
Titre français : Effet de la dépose automatique débimétrique et de son paramétrage sur la traite de la chèvre Alpine : "effet sur le temps de travail, la quantité et la qualité du lait, l'inflammation mammaire et les tissus du trayon" Titre anglais : Effect of Automatic cluster removal's (ACR) and it's settings, on dairy alpine goat's milking: effect on milking time, milk quantity and quality, udder inflammation and teat tissues.	
Résumé (1600 caractères maximum) : Les déposes automatiques sont de plus en plus fréquemment utilisées en traite caprine mais leur réel bénéfice n'est pas connu et leur réglage reste encore à optimiser. L'expérimentation a été conduite sur 72 chèvres Alpine pendant 18 semaines dans l'UMR INRA/Agrocampus-Ouest PEGASE. Par comparaison avec une traite manuelle et légère surtraite de 30 s et le décrochage automatique à 200g/min, le réglage du seuil de dépose à 500g/min n'a pas eu d'effet sur la production laitière, la qualité du lait (le taux protéique et la lipolyse se trouvent même légèrement améliorés) et la santé mammaire (cellules somatiques et mammites cliniques). Par contre, la congestion des trayons (mesuré par cutimètre) et le réchauffement des tissus du trayon (mesuré par thermographie) après la traite liés à l'interaction avec les manchons, sont significativement inférieurs pour un seuil de dépose élevé par rapport à un seuil classique ou encore plus, à une dépose manuelle avec surtraite. Elever le seuil de dépose permet aussi de gagner 12 secondes par chèvre et par traite et de détecter les animaux trop longs à traire ou d'éliminer les animaux aux déséquilibres de débits forts entre demi-mamelles. Ceci permet une politique de réforme ciblée, ce qui ne peut qu'être bénéfique à la santé mammaire du troupeau. La dépose automatique au seuil de 500g/min, outre la facilité de travail accrue et le léger gain de temps par chèvre, permet de limiter les effets de la machine sur les trayons lorsque celle-ci est agressive, sans dégrader les performances laitières et la qualité du lait.	
Abstract (1600 caractères maximum) : Automatic milk cluster removers (ACR) are more and more used for goat milking, but their true impact and their optimal settings remain to be studied. This experiment was conducted in INRA/Agrocampus Ouest on 72 alpine goats submitted to 3 treatments throughout 18 weeks. By comparison to manual take-off with short overmilking (30s) and ACR settled at 200g/min, a threshold of 500g/min did not modify milk production and quality (protein content and lipolysis are even lightly improved), nor somatic cell count or clinical mastitis incidence. Therefore, teat congestion (measured with cutimeter) and teat tissue warming (measured by thermography) after milking, due to interaction with liner wall and tissues during pulsation are significantly minimized with the higher threshold level of 500g/min vs 200g/min or even more manual take-off with overmilking. Such a high setting also save 12 s of time per goat and per milking and help to detect goats with low milk flow and/or disequilibrium in milk flow between half udders. That can be an help for selection and culling in the flocks, and could be of big interest to limit udder health problems at the animal and flock levels. ACR with high threshold settings, additionally to the time saved and decrease in workload, appears as very efficient to limit bad impact of machine milking on teat tissues that could be particularly useful when material and settings are aggressive, without deleterious effect on milk performances.	
Mots-clés : chèvre, production laitière, décrochage automatique, débit de lait, santé mammaire Key Words: goat, milk yield, automatic cluster removal, milk flow, udder health	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires

