HAL open science

MAMOVICAP -Vers des outils innovants d'intervention et d'aide à la décision pour la maîtrise des mammites en élevage de petits ruminants laitiers

Renée de Cremoux, Gilles Lagriffoul, Charlotte Allain, Laurence Allaoui-Sossé, Jean-Michel Astruc, Elodie Batut, Dominique Bergonier, Laure L. Brun-Lafleur, Valérie Clément, Christèle Couzy, et al.

To cite this version:

Renée de Cremoux, Gilles Lagriffoul, Charlotte Allain, Laurence Allaoui-Sossé, Jean-Michel Astruc, et al.. MAMOVICAP -Vers des outils innovants d'intervention et d'aide à la décision pour la maîtrise des mammites en élevage de petits ruminants laitiers. Innovations Agronomiques, 2018, 63, pp.99 - 114. 10.15454/1.5191150817615706E12 . hal-01849033

HAL Id: hal-01849033

https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-01849033v1

Submitted on 10 Sep 2018

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

MAMOVICAP - Vers des outils innovants d'intervention et d'aide à la décision pour la maîtrise des mammites en élevage de petits ruminants laitiers

de Cremoux R.[1], Lagriffoul G.[1,2], Allain C.[3], Alaoui-Sossé L.[1], Astruc J-M.[1], Batut E.[2], Bergonier D.[4], Brun-Lafleur L.[1], Clément V.[1], Couzy C.[1], Foucras G.[4], Fouilloux M-N.[1], Frappat B.[1], Huau C.[3], Lecomte C.[5], Lefrileux Y.[16], Legris M.[1], Lopez C.[1], Marnet P-G.[7], Martin P.[8], Palhière I.[3], Poulet J-L.[1] , Ribaud D.[1], Rupp R.[3]

1 Institut de l'Elevage, 149 Rue de Bercy, F-75595 Paris Cedex 12

2 Comité National brebis Laitières, Institut de l 'Elevage, BP 27, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex

3 INRA GenPhySE, 24 Chemin de Borde Rouge, CS 52627, F-31326 Castanet-Tolosan

4 INRA IHAP – Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 23 Chemin des Capelles, F-31076 Toulouse

5 France Conseil Elevage, 42 Rue de Châteaudun, F-75009 Paris

6 EPLEFPA Olivier de Serres, Station expérimentale du Pradel,F- 07170 Mirabel

7 INRA PEGASE – AgroCampus Ouest, 65 Rue de Saint-Brieuc, F-35000 Rennes

8 Capgènes, Agropôle 2135, Route de Chauvigny, F- 86550 Mignaloux-Beauvoir

Correspondance : renee.de-cremoux@idele.fr

Résumé

Chez les petits ruminants, les outils d'intervention et corolairement de gestion en matière d'infections mammaires, doivent être repensés en tenant compte de leurs spécificités sur le plan animal (étiologie, réponse cellulaire, caractéristiques morphologiques et fonctionnelles) comme de conduite d'élevage, d'équipement ou d'organisation du travail. L'étude s'est attachée à intégrer les apports de l'observation en élevage, élément central du travail des éleveurs et des techniciens, et différentes solutions technologiques ou enregistrements automatisés, disponibles ou en développement, sur le plan diagnostique (bactériologie moléculaire, comptages cellulaires, spectres en moyen infra-rouge, examen clinique de la mamelle) et sur le plan de l'aptitude et des conditions de traite (recours aux enregistrements de cinétiques d'éjection du lait, de fluctuations de vide, de thermographie). Dans un contexte de réduction de l'usage des antibiotiques, des critères de sélection des animaux à traiter (ou réformer) ont été proposés. Des phénotypes ont été explorés en vue d'une meilleure appréhension des facteurs de risque associés à la traite. Enfin, après étude des caractères et simulations en termes de progrès génétique et d'impact économique, l'inclusion de nouveaux caractères dans les schémas de sélection a été réalisée (cellules) ou proposée en vue d'une amélioration de la résistance des animaux aux infections mammaires.

Mots-clés : bactériologie moléculaire, examen clinique, éjection du lait, conformation mammaire, aptitude à la traite, antibiothérapie ciblée, traite, sélection, résistance aux mammites, chèvres, brebis

Abstract: Toward innovative tools of intervention and decision aid to control mammary infections in small ruminants breeding

In small ruminants, intervention and management tools for the control of mammary infections must be rethought, taking into account their specificities at the animal level (etiology, cellular response,

morphological and functional characteristics of the udder) as well as at in terms of management, equipment or work organization. The study endeavored to integrate the inputs of observation, as a central element of the work of breeders and technicians, and various innovative technological solutions or automated recordings now available or in development as diagnostic tools (molecular bacteriology, cell counts, infrared spectra, clinical examination of the udder and the teat) and in terms of milking ability and milking conditions (use of milk kinetics recordings or vacuum fluctuations and teat reaction (thermography)). In a context of antibiotics use reduction, criteria for the selection of animals to be cured (or culled) have been proposed. New phenotypes have been explored for a better understanding of the risk factors associated with milking. Finally, after studying the traits and simulations in terms of genetic progress and economic impact, the inclusion of new traits in selection schemes was carried out (somatic cell counts) or proposed to improve the resistance of animals to mammary infections.

Keywords: molecular bacteriology, clinical examination, milk ejection, udder conformation, milking ability, targeted antibiotic treatment, milking, selection, resistance to mastitis, goats, sheep

Introduction

Le contrôle des infections mammaires joue un rôle essentiel dans la maîtrise de la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers, enjeu majeur pour les filières de petits ruminants laitiers. Sur le terrain, les concentrations cellulaires, comme outils de dépistage des infections, ont commencé à être utilisées au début des années 80 et intégrées dans les programmes de sélection en 2005 en ovins (race Lacaune) et en 2014 en caprins. Des mesures de maîtrise ont été proposées en élevage mais n'ont été que partiellement adoptées. En cause notamment, une inadaptation des interventions (outils de diagnostic et recommandations qui en résultent) par une absence de prise en compte des spécificités des petits ruminants, aussi bien sur le plan animal (étiologie, réponse cellulaire, caractéristiques morphologiques et fonctionnelles), qu'en termes de conduite d'élevage, d'équipement ou d'organisation du travail.

Les outils d'intervention et corollairement de gestion de la santé mammaire doivent donc être repensés en tenant compte de ces différentes dimensions et en intégrant à la fois les apports de l'observation en élevage en tant qu'élément central du travail des éleveurs et des techniciens, et les solutions technologiques ou enregistrements automatisés désormais disponibles ou potentiellement utilisables dans un avenir proche. Il s'agit en outre, dans un contexte général de limitation des coûts et de réduction de l'usage des antibiotiques, de proposer des critères de sélection des animaux à traiter (ou réformer) adaptés au contexte d'élevage et de suivi technique.

Un projet a été porté en ce sens par les Unités Mixtes Technologiques « Santé des troupeaux de petits ruminants » (UMT SPR) et « Génétique Génomique des Petits Ruminants » (UMT GGPR) associant l'Institut de l'Elevage et l'INRA (UMR IHAP - Ecole Vétérinaire de Toulouse, UMR GenPhySE et UMR Pégase - AgroCampus Ouest) au sein d'équipes pluridisciplinaires et multi-espèces. Il a reposé sur un partenariat scientifique, technique et professionnel, grâce à l'appui du Comité National Brebis Laitières, de la Confédération de Roquefort, de l'UNOTEC et du CDEO pour les brebis laitières ; de France Conseil Elevage, de Capgènes et de l'EPLEFPA Olivier de Serres pour les chèvres, ainsi que de l'entreprise WMB AG, Balgach, Suisse (LactoCorder®).

Le programme de recherche s'est articulé autour de 4 axes de recherche finalisée :

- L'axe 1 s'est attaché à mettre au point ou valoriser des méthodes directes ou indirectes pour améliorer la détection des infections mammaires à des fins de gestion sanitaire.
- L'axe 2 s'est intéressé à la caractérisation de la traite à l'échelle individuelle à la fois sous l'angle animal (caractères phénotypiques de l'aptitude à la traite) et sous l'angle environnemental au sens des conditions de traite prises dans leur globalité (différentes composantes : l'équipement de traite et son fonctionnement, l'organisation du trayeur et ses pratiques).

- L'axe 3 a concerné la réceptivité et la sensibilité des animaux aux infections mammaires et a étudié l'incidence de l'aptitude à la traite et des conditions de traite sur le risque infectieux.
- L'axe 4 s'est inscrit dans une démarche de développement de la prévention et de l'antibiothérapie raisonnée. Plus particulièrement positionné à l'échelle du troupeau, il a été souhaité intégratif.

Sur ces bases, il s'agissait de proposer (i) sur le plan génétique, de nouveaux objectifs de sélection combinant santé de la mamelle et aptitude à la traite, (ii) sur le plan sanitaire, de nouveaux outils d'intervention et/ou d'aide à la décision à inclure dans les démarches existantes en tenant compte de leur acceptabilité (axe 5) par les acteurs du développement.

1. Une forte complémentarité des méthodes disponibles de caractérisation du statut infectieux de la mamelle

1.1 La détection moléculaire, une méthode sensible d'avenir

En matière de diagnostic des infections mammaires, l'utilisation de la qPCR, en alternative à la bactériologie conventionnelle, permet d'accélérer les délais d'obtention des résultats et présente notamment l'avantage d'une moindre sensibilité aux conditions de conservation des échantillons (Bergonier *et al.*, 2013, 2014 ; Schwaiger *et al.*, 2012). Les résultats obtenus en unités expérimentales (UE INRA de La Fage et Bourges) rendent compte de la sensibilité supérieure de la qPCR : 14 % d'échantillons négatifs contre 57 % en bactériologie conventionnelle. Ils ont, en outre, conforté l'existence de différences significatives entre les titres bactériens des laits issus de lignées divergentes vis-à-vis des concentrations en cellules somatiques (CCS), sensibles (CCS+) ou résistantes (CCS-) aux mammites, aussi bien en caprins (Huau *et al.*, 2015) qu'en ovins (Rupp *et al.*, 2009 ; Allain et al., 2010). Cette technologie offre la possibilité de caractériser des facteurs de virulence importants ou des gènes de résistance aux antibiotiques et mériterait de se généraliser et d'être appliquée chez les petits ruminants.

1.2 Une valorisation génétique et sanitaire possible des concentrations cellulaires

Les CCS, enregistrées en routine lors des contrôles de performance, fondent des règles décisionnelles à visée diagnostique et opérationnelle (de Cremoux et Poutrel, 2000 ; Bergonier *et al.*, 1996). Des freins persistent néanmoins à leur utilisation.

Chez les caprins, malgré l'emploi de la technique opto-fluoro-électronique comptabilisant exclusivement les noyaux cellulaires, la présence physiologique de cellules et de particules épithéliales (sécrétion apocrine) induit une défiance chez les acteurs de terrain sur la nature des relations entre infection et CCS. De fait, l'exploitation de la base de données nationale réalisée dans le cadre du projet a confirmé l'impact de différents facteurs physiologiques tels que le stade et le numéro de lactation sur les CCS et mis en évidence l'impact de la race (CCS plus élevées en Saanen qu'en Alpine), de la période de mise bas (CCS plus élevées lors de mise bas d'été) ou de certaines pratiques d'élevage, telles que la monotraite (Clément *et al.*, 2015). Par ailleurs, la mise à l'herbe, étudiée à la station du Pradel, s'est traduite par un accroissement significatif et rapide des CCS, bien que limité dans le temps (environ 3 semaines). Pour autant, aucun impact significatif sur la fréquence globale des infections n'a été observé sur la durée de l'essai (de Cremoux *et al.*, 2016). Pour préciser la nature des populations cellulaires, leur typage a été réalisé dans le lait des chèvres de l'UE de Bourges en recourant à la cytométrie de flux. Les polymorphonucléaires (PMN) ont été très bien corrélés au statut sanitaire de la mamelle (3 catégories : stérile, faiblement ou fortement infecté), leur proportion augmentant significativement (40%, 43% et 56%) aux dépends d'une diminution de la proportion des macrophages et des lymphocytes. La proportion de PMN était élevée en fin de lactation, reflétant soit des infections non maitrisées, soit la mise en place d'une réaction inflammatoire longue. L'observation d'une augmentation modeste de la quantité de bactéries au fil de la lactation suggère une combinaison des deux hypothèses.

Chez les ovins, le frein à l'utilisation des CCS réside dans la fréquence réduite et l'absence d'exhaustivité des mesures réalisées dans le cadre du contrôle laitier officiel (CLO). Pour des raisons de coût, seuls les contrôles les plus informatifs au regard de l'indexation des animaux sont en effet réalisés : mesures chez les primipares (L1) voire les deuxièmes lactations, en milieu de lactation. D'où une interrogation sur la pertinence de ces enregistrements à des fins sanitaires. La pertinence des CCS disponibles dans le cadre du CLO a été évaluée d'abord à l'échelle de la campagne laitière, pour les L1, puis selon une approche « carrière ». Les scores cellulaires moyennés sur la campagne (5 à 6 enregistrements dans le cadre du projet) étaient corrélés (coefficient de 0,94) à ceux estimés en routine pour les L1. De plus, les scores définis en L1 ou L2 se sont avérés prédictifs du statut infectieux présumé des brebis dans la suite de leur carrière. Enfin, à l'échelle du troupeau, le caractère prédictif des CCS de tank (disponibles dans le cadre du paiement du lait à la qualité) en matière de prévalence des infections dans le troupeau (Berthelot *et al*., 2006) a également été confirmé : une augmentation de 100 000 cel/ml du CCS de tank se traduit par +3% de brebis infectées. L'ensemble de ces résultats a montré tout l'intérêt de la valorisation de ces données par les éleveurs.

D'un point de vue génétique, des index cellules ont été diffusés à destination des éleveurs de chèvres depuis septembre 2013. Ils ont ensuite été intégrés à l'Index Combiné Caprin. En race Saanen, l'opposition entre la production laitière et la concentration cellulaire du lait a vraisemblablement entrainé une dégradation du niveau génétique du caractère « cellules » au cours du temps. L'utilisation de l'index cellules devrait contribuer à améliorer la qualité du lait, ceci quel que soit l'état sanitaire du troupeau. En effet, les CCS des filles diminuent de façon linéaire avec l'index des pères, qu'elles soient dans un élevage sain (faibles CCS) ou dans un élevage infecté (CCS élevées). En filière ovine, les CCS du lait ont été introduites comme critère de sélection en race Lacaune dans le rayon de Roquefort (RR) dès 2006, puis dans les races ovines laitières des Pyrénées en 2016. L'évolution des niveaux de CCS dans ces bassins sur les 20 dernières années a montré une baisse d'environ 40% dans le RR pour atteindre un niveau de 550 000 cellules/ml en 2016. La prise en compte des CCS dans le critère de sélection Lacaune a donc porté ses fruits. Sur la même période, dans le bassin Pyrénéen, les CCS ont augmenté de 20% chez les livreurs (900 000 cel/ml en 2016), alors qu'elles sont restées faibles chez les fromagers, aux alentours de 500 000 cel/ml. Dans l'espèce ovine, on a ainsi pu apprécier l'efficacité de la génétique sur le long terme et dans les deux espèces, son utilisation dans les élevages infectés devrait permettre aux éleveurs d'améliorer le statut sanitaire de leurs troupeaux.

1.3 Des signatures spectrales en moyen-infrarouge (SMIR) des infections mammaires peu informatives

Les travaux d'analyses spectrales ont été conduits i) sur des données issues des fermes expérimentales en vue de leur mise en relation avec les résultats bactériologiques des laits (nature et intensité de l'infection) et ii) sur des données recueillies en exploitations commerciales pour évaluer les différences spectrales selon les niveaux cellulaires d'une part, la chronicité des infections (exprimée sous forme d'un score clinique) d'autre part. Les modèles de prédiction se sont avérés peu concluants aussi bien pour prédire les infections ou les CCS que les scores cliniques. En revanche, les SMIR par les prédictions de la composition fine du lait qu'ils permettent (acides gras mais surtout caséines…) constituent une piste intéressante pour mesurer l'impact des infections sur la qualité du lait.

1.4 L'examen des mamelles pour le répérage des mammites chroniques

Les examens cliniques doivent permettre d'identifier les principaux signes de mammites chroniques. Ils reposent sur l'observation des asymétries mammaires (avant la traite) puis l'enregistrement (après la traite) des indurations du parenchyme, des abcès, voire de la taille des nœuds lymphatiques supra-mammaires (Figure 1). Chez la brebis, il est également possible de noter la présence de kystes lactés (Figure 1), bien que ceux-ci n'aient pas d'origine bactérienne directe connue. Des grilles d'examens cliniques ont été établies sur cette base. Des inspections et palpations ont été réalisées à deux reprises dans 31 élevages (15 ovins et 16 caprins) et ont porté sur 5 951 brebis et 3 852 chèvres.

La validité externe de ces examens, évaluée chez la brebis, a mis en évidence une répétabilité et une reproductibilité très bonnes pour l'asymétrie mammaire, bonnes pour les abcès et kystes, et modestes pour l'induration mammaire et les nœuds lymphatiques. Ces constats incitent à cibler préférentiellement les anomalies d'intensités élevées. La validité interne des examens cliniques a été établie par comparaison aux données de CCS. Chez la chèvre comme chez la brebis, on a pu constater une augmentation des CCS en fonction de la présence d'anomalies à la palpation (variable en fonction de leur nature), de leur bilatéralité, leur nombre et leur intensité ou leur extension : multiplication par 2 à 4 des CCS associées aux scores cliniques les plus élevés.

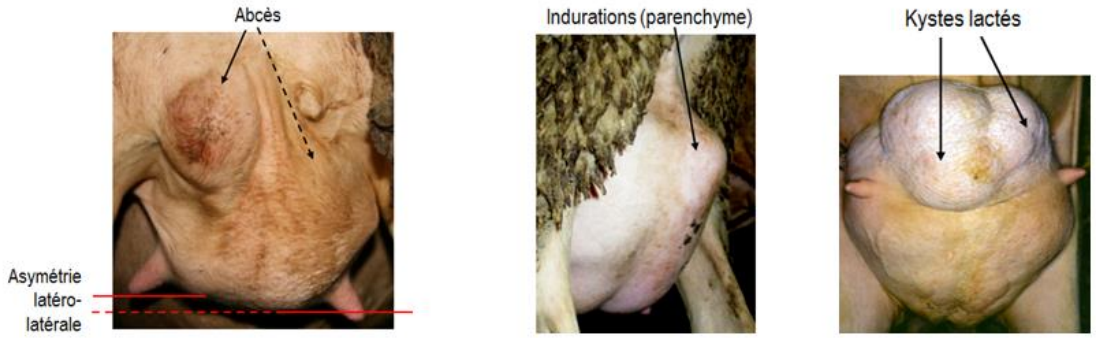


Figure 1 : Illustration de différents signes cliniques identifiés à l'examen de la mamelle, chez la brebis

En termes de fréquences, près de 6 brebis sur 10 et 9 chèvres sur 10 ont présenté au moins un signe clinique mammaire. Les déséquilibres mammaires ont affecté environ un quart des brebis ou des chèvres (hors prise en compte des déséquilibres très légers de moins de 1-2 cm). La proportion de mamelles abcédées (comportant des abcès) a atteint entre 7 et 10 %. Les résultats sont apparus variables entre les élevages, ouvrant potentiellement la voie à des progrès tant sur le plan de la détection que de la prévention.

Dans l'ensemble, la présence d'anomalies de palpation constitue un indicateur pertinent, bien que non exhaustif, pour la détection des mammites cliniques chroniques. D'un point de vue opérationnel, les mamelles présentant des symptômes chroniques marqués, véritables lésions de la partie sécrétrice de la mamelle, devraient être réformées. Isolés, les kystes ou les nœuds lymphatiques réactionnels ne devraient pas entraîner de réforme. Les signes chroniques modérés devraient susciter une antibiothérapie, locale (intra-mammaire) et sélective (ne ciblant que les mamelles infectées).

2. De l'imagerie à l'analyse dynamique de la traite, de nouvelles approches de l'aptitude à la traite

2.1 L'imagerie au service de la caractérisation des conformations mammaires et de l'analyse du traumatisme des tissus

Différentes techniques de caractérisation morphologique de la mamelle et du trayon ont été développées en stations expérimentales. Elles sont illustrées ci-après en caprins.

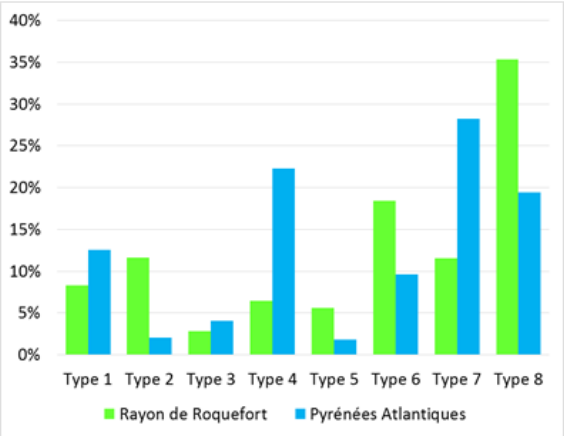
Les modalités de prises de vue numériques ont été définies à l'Unité Expérimentale de Bourges puis validées et comparées aux mesures obtenues par pointage : corrélations entre pointage et imagerie de 0,63 à 0,73 pour les mesures de forme, orientation et longueur des trayons. Cette approche a permis une caractérisation détaillée et notamment l'identification de mamelles plus pendantes, davantage pourvues de poches, associées à une sensibilité accrue aux infections intramammaires. La diversité de la conformation de la citerne et des trayons (importance de la citerne et compartimentation, longueur des sphincters, épaisseur des parois) a été abordée par le biais d'échographies. Celles-ci ont mis en évidence une forte variabilité des trayons selon la présence ou non d'une citerne marquée, l'importance

des replis de la muqueuse ou la longueur du canal du trayon. La longueur du canal et l'épaisseur des trayons avant traite sont apparus significativement corrélés. Une tendance positive a été rapportée entre la visibilité du canal et du sphincter et le débit du lait à la traite. Enfin, la thermographie a permis d'approcher l'échauffement des tissus du trayon pendant la traite. Les perturbations de la dynamique des fluides occasionnées dans le trayon par la traite peuvent en effet être mises en évidence de façon non invasive en comparant la température de deux trayons ou l'état d'un trayon avant et après la traite. Les analyses thermographiques ont montré qu'en moyenne la traite s'est accompagnée d'un refroidissement de la zone basse de la citerne ainsi que de la zone haute du trayon en relation possible avec l'évacuation du lait (chaud) et un blocage de la circulation. Elle a induit en moyenne un réchauffement du corps du trayon et de son extrémité. Mises en œuvre dans le cadre d'un essai sur la comparaison de différentes modalités de dépose, les analyses thermographiques ont montré que la dépose manuelle avec légère surtraite (30s à 1min) entrainait un accroissement significatif de la température moyenne des trayons avec une action particulière sur l'extrémité. La dépose automatique réglée comme recommandée (200g/min) a augmenté la température du corps du trayon et baissé celle de son extrémité. Celle réglée à un seuil plus élevé (500g/min) a abaissé la température moyenne des trayons, paraissant limiter l'effet négatif de la machine sur l'intégrité des tissus. De telles mesures viennent préciser l'appréciation du caractère potentiellement traumatique de la traite.

2.2 L'observation au cœur des métiers d'éleveur et de conseiller

2.2.1 Une approche typologique des données de pointage pour une prise en compte plus globale des caractères

En ovins, seuls ont été considérés les postes de pointages communs aux Pyrénées-Atlantiques (PA) et au Rayon de Roquefort (RR) : angle du trayon, profondeur du sillon et distance plancher-jarret. L'analyse typologique a pris en compte les orientations de la sélection (ont été distinguées des situations « désirées » par opposition à des situations « non désirées ») : note de l'angle du trayon <5 ou >8, note de profondeur du sillon <5 et note de distance plancher-jarret <6 à l'origine de situations non souhaitées. Sur cette base, huit types de mamelles ont été définis, classés de 1 (conformation non désirée pour les 3 postes) à 8 (conformation optimale) (Figure 2).



Type 1	Morphologie de la mamelle non désirée pour les 3 postes de pointage
Type 2	Morphologie de la mamelle non désirée pour l'angle du trayon et la profondeur du sillon
Type 3	Morphologie de la mamelle non désirée pour l'angle du trayon et la distance plancher-jarret
Type 4	Morphologie de la mamelle non désirée pour la profondeur du trayon et la distance plancher-jarret
Type 5	Morphologie de la mamelle non désirée pour l'angle du trayon
Type 6	Morphologie de la mamelle non désirée pour la profondeur du sillon
Type 7	Morphologie de la mamelle non désirée pour la distance plancher-jarret
Type 8	Morphologie de la mamelle désirée pour les 3 postes de pointage

Figure 2 : Typologie et fréquence relative des types de mamelles chez la brebis

Respectivement 35 et 19% de brebis dans le RR et les PA ont présenté une morphologie de la mamelle de type 8. Les caractéristiques des mamelles ont différé selon les régions ou les races en relation vraisemblable avec les différences d'antériorité du pointage et de la sélection (Figure 2).

En caprins, six profils morphologiques ont été établis à partir de la base de données constituée depuis 1995 par l'entreprise-organisme de sélection Capgènes (454 000 mamelles pointées) (Figure 3). Les postes pris en compte ont concerné i) la mamelle (forme et positionnement) : profil, formes de l'avant et

de l'arrière pis, qualité de l'attache arrière, position du plancher, et ii) le trayon : forme, orientation, inclinaison, longueur.

Les différentes classes typologiques ont été identifiées aussi bien chez les Alpines que les Saanens, mais en proportions différentes (Figure 3). Depuis 1995, on a assisté à une diminution progressive de la fréquence des classes 1 (passage de 20% à 9 %) et 3 (passage de 28 % à 12 %) et une augmentation sur la même période, des classes 2, 4 et 6 (passage de 16 à 30 %, 10 à 24 %, 5 à 14 %). Ces classes typologiques vont désormais être établies en routine, en tant que phénotype à part entière, et étudiées d'un point de vue génétique.

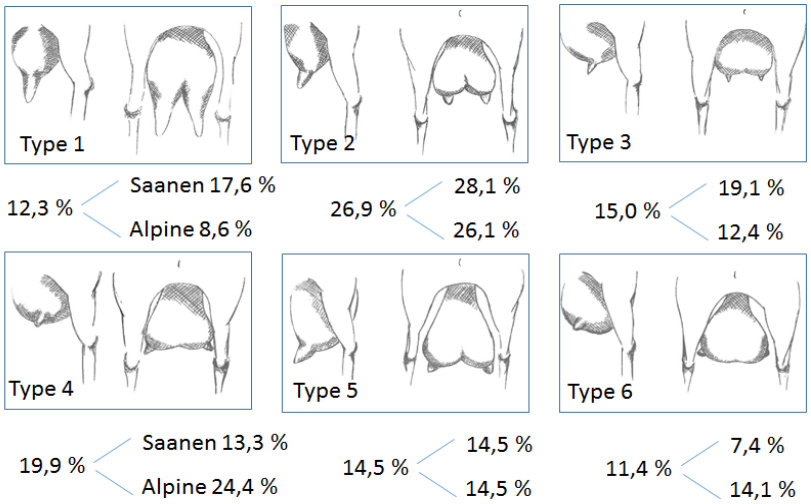


Figure 3 : Typologie des mamelles chez la chèvre (*crédit dessin : Alice Hubert, Institut de l'Elevage*)

2.2.2 Chez la chèvre, les lésions des trayons comme témoin de la qualité de la traite

Un référentiel des lésions des trayons a été élaboré, chez la chèvre uniquement, en raison de l'absence de signes chez la brebis. Si la fréquence des lésions rapportées est importante (à titre d'illustration, 55 % de mamelles concernées par la présence d'anneaux de compression), celles-ci ont généralement été discrètes. La fréquence des lésions d'intensité sévère est présentée Figure 4.

Figure 4 : Fréquence et illustration des lésions sévères du trayon chez 2 150 chèvres inspectées à deux reprises

Les types morphologiques ont été associés à des fréquences lésionnelles différentes en relation avec la longueur, la forme, l'inclinaison, l'orientation des trayons ou encore la qualité des attaches de la mamelle (Tableau 1).

La fréquence des lésions du trayon semble majoritairement augmenter avec le temps de traite (et inversement, diminuer avec l'augmentation du débit) et le niveau de production. Le stade de lactation semble avoir une incidence : diminution de la fréquence des congestions, des hyperkératoses et des anneaux de compression mais augmentation des pincements ou des kystes au cours de la lactation.

Tableau 1 : Fréquences de lésions du trayon chez la chèvre en fonction de la classe de conformation mammaire

Type morphologique		Pour au moins un trayon :		
		Anneau de compression sévère	Congestion sévère	Pincement
3		9,1%	6,7%	42,8%
4		9,1%	8,1%	44,4%
6		10,5%	8,1%	51,9%
2		12,2%	4,8%	54,2%
5		12,6%	6,7%	54,7%
1		13,2%	5,1%	55,6%

2.3 Des outils de tests pendant la traite pour une appréciation de l'aptitude fonctionnelle de la mamelle et des conditions de traite

Différents outils d'assistance à la traite « dynamique » (Tests Pendant la Traite) ont été employés.

Les LactoCorder® (WMB), compteurs à lait portatifs utilisés dans le cadre du contrôle de performance en caprins, ont permis de disposer des débits instantanés de lait toutes les 0,7 sec. Une base de données constituée à partir d'environ 400 000 traites issues de 33 000 femelles différentes a permis d'analyser les débits de lait, variables fortement corrélées entre elles. Le débit 1ère minute est apparu comme très répétable et à ce titre, comme une mesure intéressante d'un point de vue génétique. Des différences ont été rapportées entre races, les Alpines donnant leur lait plus vite que les Saanens (débit supérieur et en corollaire, temps de traite inférieur). La variabilité des mesures de débit a été très importante : sur l'exemple du débit 1ère minute, coefficients de variation égaux à 39% en Alpine et 43% en Saanen. Parmi les principaux facteurs pouvant expliquer cette variabilité ont figuré l'effet élevage (+0,5 kg/min entre les élevages ayant les débits les plus faibles et ceux ayant les débits les plus élevés) et la quantité de lait à la traite (débits plus élevés associés à des productions plus élevées). Le numéro de lactation, le mois de mise bas, le stade de lactation sont intervenus dans une moindre mesure.

De manière complémentaire, une approche par modélisation (Allaoui-Sossé *et al*., 2016) a été développée pour appréhender les courbes d'émission du lait des chèvres de 15 élevages. Quatre groupes ont d'abord été définis en fonction de la durée brute de traite et de l'existence d'un ou deux plateaux (Figure 5). Dans ce dernier cas (30 % des courbes), un déséquilibre fonctionnel de l'éjection du lait soit physiologique (différence de tonicité ou de réactivité des sphincters), soit pathologique (suite à des infections et aux lésions, fibroses, réactions cicatricielles qui en résultent) a été suspecté. Intra-groupes, des classes ont été établies et caractérisées (Figure 5).

Des évolutions ont été mises en évidence entre matin et soir et au cours de la lactation : tendance à une réduction des temps de traite et à une diminution des débits. Quatre grands ensembles de cinétiques sont néanmoins apparus « stables » pour une majorité de cinétiques (maintien dans le même groupe de cinétiques lors du contrôle suivant, réalisé à la même traite), rendant ainsi compte d'une « signature animale ». Une description des élevages et de la diversité intra-troupeau pourrait dès lors être envisageable, avec l'objectif d'orienter les réglages des matériels comme les déposes automatiques et/ou de les optimiser grâce à une homogénéisation des performances du cheptel, et d'adapter les dimensionnements des installations de traite.

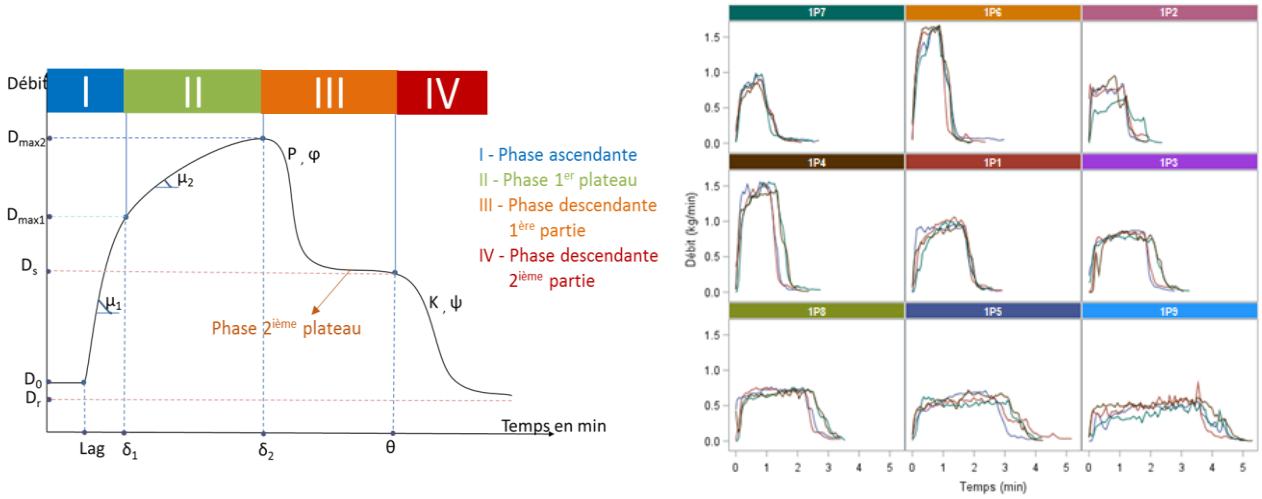


Figure 5 : Modélisation des courbes d'éjection du lait chez la chèvre ; parangons des classes à un plateau

En termes de conditions de traite, les incidents de traite n'ont, le plus souvent, pas engendré de modification tangible des courbes d'éjection du lait, exception faite d'accidents majeurs tels que des arrachages ou chutes de faisceaux. Le relevé et le chronodatage des incidents récurrents (grimpages, entrées d'air, glissements de faisceaux) ont mis en évidence leur quasi simultanéité avec les chutes de débit (fin du premier ou du second plateau). Enfin, deux indicateurs de la qualité de la traite ont été définis, le premier relatif à la présence de courbes « non modélisables » (15 %), potentiellement associées à des incidents, le second relatif à la surtraite, en moyenne de 22 s, mais plus élevée pour certaines classes de cinétiques. Les références acquises en matière de fréquences des incidents de traite pourront être valorisées par les conseillers pour positionner les élevages les uns par rapport aux autres. Par ailleurs, la fréquence des incidents (2,7 par animal) suggère des voies d'amélioration possible à la fois en termes de techniques de traite et d'optimisation de l'emploi et/ou du fonctionnement du matériel. Des comparaisons entre matériels dans des configurations de traite autres que celles choisies pour le projet nécessiteraient d'être entreprises pour approfondir ces résultats.

En ovins, en l'absence de LactoCorder®, l'approche de l'aptitude à la traite et des conditions de traite s'est appuyée sur les enregistrements de temps de traite et de fluctuations de vide obtenus à l'aide du VaDia® (BioControl) (Figure 6). Ces appareils permettent un enregistrement dynamique du vide pendant la traite en 4 points différents, dont un point de mesure (tuyau court à lait) proche de l'extrémité du trayon (assimilé à un vide sous trayon). Comme chez les chèvres, des déséquilibres fonctionnels ont été mis en évidence, cette fois au travers des écarts constatés entre les signaux marquant la vidange des demi-mamelles (remontée brutale du vide au niveau de chaque embouchure). Les temps de surtraite sont apparus importants rapportés aux temps moyens de traite de 2:11 min à 2:32 min selon les races : ils ont représenté en moyenne entre 30 et 45 % du temps total.

En ce qui concerne les niveaux de vide, un différentiel de 3 kPa a été constaté sous le trayon, entre les brebis des PA (33,9 kPa en moyenne) et celles du RR (30,9 kPa en moyenne). De fait, le niveau de vide « machine » (Vide de traite : Vm) était également plus élevé dans les PA (37,8 vs. 37,2 kPa). La perte de charge (chute du niveau de vide) constatée pendant la période de vide maximal a atteint de 5,1 (PA) à 7,9 kPa (RR), valeurs caractéristiques d'installations en ligne haute. Il est probable de surcroît que les différences de niveaux de production et de débits interviennent pour expliquer les différences entre les deux bassins et races. Les variations cycliques de vide étaient le plus souvent négatives et ont été, là encore, caractéristiques d'une traite en ligne haute. Enfin, les variations irrégulières de vide ont été plus nombreuses pour les brebis des PA (6,3 par traite en moyenne contre 4 dans le RR) en relation probable avec les pratiques de traite. De fait, au regard des relevés effectués par les conseillers, 62 % des brebis des PA ont présenté au moins un incident au cours de la traite contre environ 14 % dans le RR. Cet écart a été principalement occasionné par les interventions des

trayeurs et en particulier la pratique importante du massage en fin de traite dans les PA (54 % des incidents rapportés). Dans le RR, l'augmentation significative de la différence de vide sous trayon pendant la traite (+0,65 kPa) et pendant la phase de débit maximal (+0,97 kPa) entre les brebis avec ou sans incident suggère que les incidents sont majoritairement survenus pour les brebis présentant les débits les plus élevés.

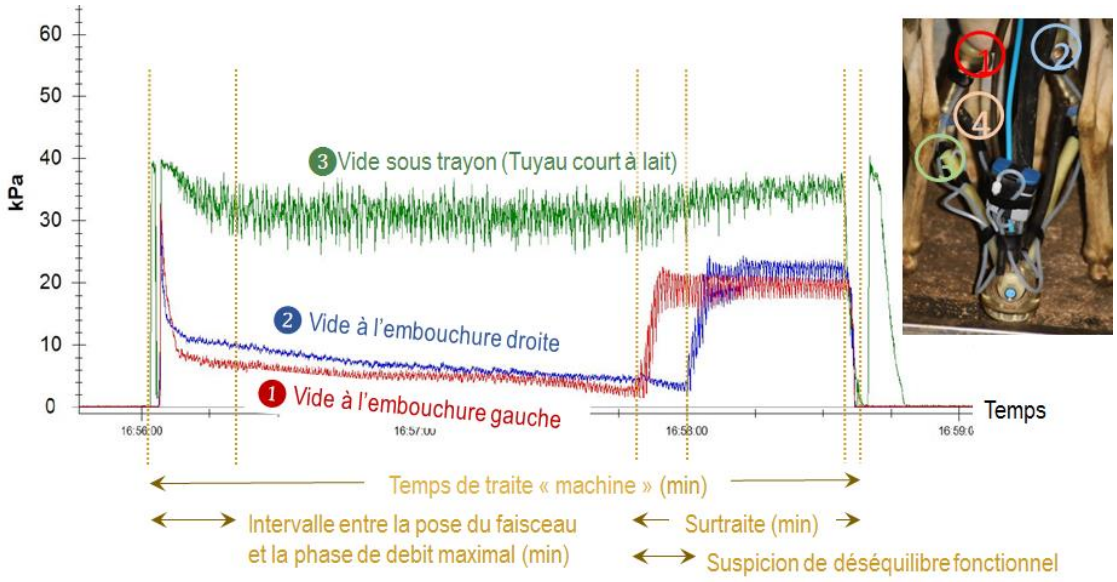


Figure 6 : Courbes types de fluctuations de vide obtenues avec VaDia®

Bien que ces résultats nécessitent d'être consolidés, le VaDia® semble d'ores-et-déjà intéressant pour analyser la traite, fournir une indication sur les niveaux et fluctuations du vide et investiguer l'impact des pratiques de traite sur l'extrémité du trayon (Poulet *et al.*, 2016 et 2017). Une sensibilisation des éleveurs sur les risques liés à la surtraite et au massage notamment, peut d'ores-et-déjà être engagée.

Ces différents enregistreurs ont des usages complémentaires et viennent compléter les observations en élevage. Il convient toutefois d'être vigilant en cas de comparaison de mesures chiffrées, car ils n'estiment pas les temps de traite et de surtraite selon les mêmes critères, ni avec la même précision.

2.4 Chez la chèvre, peu de relation entre conformation mammaire et cinétique de traite

Chez la chèvre, le croisement des classes typologiques d'aptitude à la traite n'a pas mis en évidence de différences morphologiques majeures entre les classes de cinétiques. Ces résultats ont été confortés sur une base de données plus importante lors de l'estimation des corrélations génétiques entre caractères. Le lien génétique entre le débit 1ère minute et les 5 caractères principaux de conformation (profil, plancher, attache arrière, avant pis, orientation du trayon) a en effet été modéré mais est différent selon les races : corrélations positives en Alpine (sauf pour le profil), corrélations négatives en Saanen.

3. Vers de premières évaluations des risques associés à l'aptitude et aux conditions de traite

3.1 Relation entre caractéristiques morphologiques et fonctionnelles de la mamelle et concentrations cellulaires

La comparaison des caractéristiques morphologiques de brebis et chèvres issues de lignées divergentes sur les CCS a mis en évidence des différences significatives (Figure 7) en termes de :

- Chez la chèvre : largeur du trayon (évaluation au milieu du trayon), hauteur de la citerne, position plancher-jarret et angle de l'attache avant,
- Chez la brebis : distance plancher-aine, distance plancher-trayon, hauteur de l'attache arrière et angle de l'attache avant pour la mamelle ; longueur et courbure pour le trayon.

Les mamelles les mieux attachées ont été associées à des animaux génétiquement plus résistants aux infections intramammaires. Dans les deux espèces, la présence de mamelles en forme de sac (décrochement entre la ligne horizontale passant par les deux trayons et le plancher de la mamelle) était la mesure la plus discriminante entre les lignées sensible et résistante aux mammites : décrochement plus marqué pour la lignée sensible.

Les résultats acquis en unités expérimentales ont été confortés par les observations en élevages commerciaux. Ainsi, chez la chèvre, un différentiel estimé à environ 300 000 cellules/ml a été rapporté entre les mamelles des classes typologiques 3 (mamelle bien attachée et haute, avec une large attache arrière et une bonne attache avant, trayons plus courts que la moyenne et assez fins) et 5 (mamelle basse, mal attachée à l'avant comme à l'arrière) en défaveur de cette dernière. De même, chez la brebis, une mamelle décrochée, un sillon insuffisamment marqué ou des trayons trop divergents, orientés vers l'horizontale, ont été associés à des scores de cellules significativement plus élevés. Les mamelles les plus recherchées en termes d'aptitude à la traite ont présenté 1,2 à 1,3 fois moins de cellules que les mamelles ayant les conformations les plus défavorables. Chez la chèvre comme chez la brebis, les CCS ont été d'autant plus élevées que la distance plancher-jarret a été plus faible.

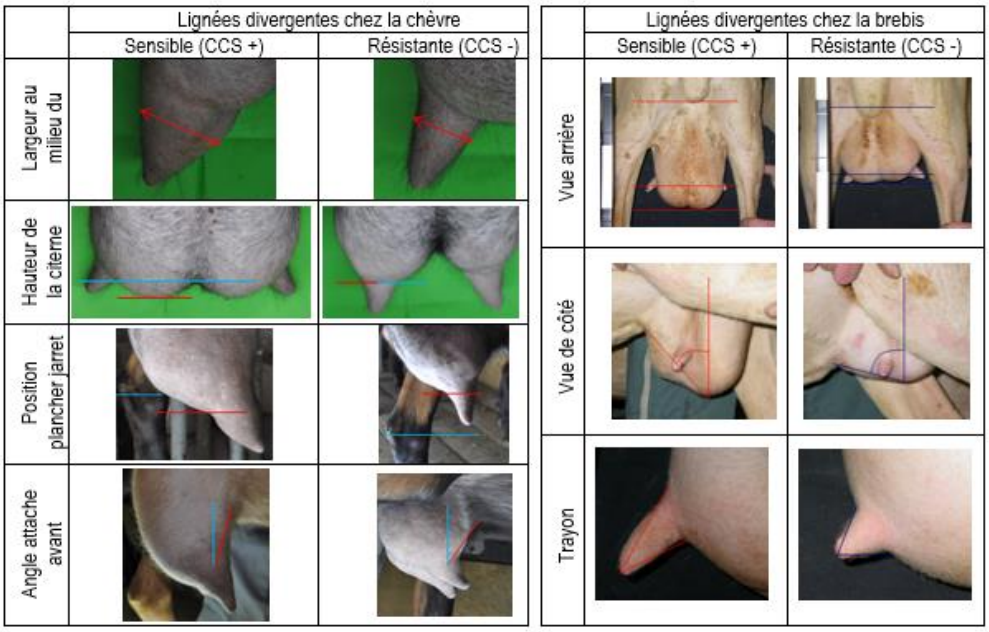


Figure 7 : Illustration des principales caractéristiques morphologiques de la mamelle et du trayon observées sur des lignées divergentes vis-à-vis des cellules, chez la chèvre et chez la brebis

Sur le plan fonctionnel, chez la chèvre, les classes typologiques d'éjection du lait correspondant aux durées de traite les plus courtes et corollairement aux temps de surtraite les plus longs, ont été associées aux CCS les plus élevées. L'étude de la signature animale a fait apparaître deux situations distinctes : la première correspondant à un profil avec un débit et un niveau de production élevés, la seconde à un profil de débits et niveaux de production moindres. Dans le premier cas, on peut suspecter un lien entre débit d'éjection du lait (à relier éventuellement à une moindre tonicité du sphincter) et CCS ; dans le second cas, un effet concentration ne peut être exclu et il paraît légitime d'envisager la réduction de la production et du temps de traite comme un effet induit d'infections. D'un point de vue génétique, les résultats obtenus chez la brebis et la chèvre ont été concordants et ont témoigné d'une opposition entre

débits et CCS. Celle-ci indique qu'il est nécessaire de trouver un compromis si l'on souhaite à la fois diminuer les CCS et augmenter le débit de traite par la sélection (Palhière *et al.*, 2014).

3.2 Une incidence des conditions de traite d'évaluation délicate

3.2.1 Des concentrations cellulaires non significativement dégradées en cas de lésion du trayon

Chez la chèvre, aucun impact notable des congestions, pincements, hyperkératoses ou anneaux de compression, n'a été observé sur les CCS. Un effet de la présence de kystes lactés a été mis en évidence mais uniquement dans les situations les plus sévères (en grappe et bilatéraux) en relation possible avec l'impact sur la tenue du faisceau trayeur (difficulté de positionnement et de tenue du faisceau, possibilité d'entrée d'air et de vidange incomplète de la mamelle). Cette analyse fait apparaître la notion de facteur de risque (augmentation de la susceptibilité des chèvres aux infections non forcément assortie d'une augmentation effective de la fréquence des infections et de la réponse cellulaire) et de durée d'exposition au risque (laquelle n'a pas pu être estimée dans le cadre du projet).

3.2.2 Des indicateurs sur la qualité de la traite à conforter

L'appréciation des conditions de traite a reposé sur un faisceau d'observations ou résultats : au niveau animal, mise en évidence de lésions des trayons ; au niveau de la machine, synthèse issue des contrôles de l'installation ; au cours de la traite, relevé des incidents. Ces différents enregistrements ont été réalisés ponctuellement, de manière non simultanée (incompatibilité des différentes mesures) et non exhaustive. Leur analyse, faite à l'échelle du troupeau et non à l'échelle individuelle, est donc uniquement exploratoire et toute interprétation doit être prudente en raison de la faiblesse des effectifs et de la diversité des configurations de traite et des caractéristiques d'aptitude à la traite (aspects physiologiques et morphologiques) des animaux.

Chez la chèvre, la surtraite a induit une augmentation de la fréquence des kystes, des pincements et dans une moindre mesure des congestions du trayon. Les dysfonctionnements mentionnés dans les contrôles des machines à traire laissent suggérer : une incidence de la qualité de la pulsation sur la fréquence des congestions ; un lien entre état des faisceaux ou encore gestion du vide (niveau, régulation) ou pulsation, et hyperkératose ; une incidence possible d'un problème de vide sur les pincements. Ces hypothèses ne sont pas exclusives d'autres facteurs de risque. De fait, les analyses multivariées réalisées pour explorer les facteurs de variation des lésions ont fait systématiquement apparaître le type de faisceau trayeur et de dépose des faisceaux et, de manière variable en fonction de la nature des lésions, la race, la parité, le stade de lactation et différents caractères relatifs à la morphologie de la mamelle et du trayon. Il semble enfin que les notions de traite agressive (avec mise en évidence de lésions du sphincter et/ou du corps du trayon) et d'incidents de traite (avec des risques accrus de transmission active des bactéries en relation avec les fluctuations de vide sous trayon), doivent être dissociées.

3.2.3 Derrière la notion de dépose automatique, des réalités diverses

L'impact éventuel de la dépose automatique a été évalué.

Chez la brebis, celle-ci est majoritairement fondée sur une temporisation, c'est-à-dire que la durée de la traite est fixée (pas d'individualisation du temps de traite). Malgré les limites de la description réalisée (pas de prise en compte des facteurs autres que la dépose, aussi bien en termes de traite que de pratiques et de gestion des mammites), on a néanmoins observé que les CCS annuelles de laits de tank des élevages ayant une dépose manuelle des faisceaux trayeurs semblaient plus élevées que celles des élevages disposant d'une dépose automatique. Une étude sur un nombre important d'élevages serait nécessaire pour évaluer plus précisément cet impact et identifier les pratiques de traite associées.

Chez la chèvre, la dépose automatique est individualisée et débitmétrique (prise en compte du flux de lait associé à une temporisation). Un essai a été conduit à la station de Méjusseaume pour en évaluer

les impacts sur l'inflammation de la mamelle et les tissus du trayon. Par comparaison avec une traite manuelle accompagnée d'une légère surtraite de 30 s et avec un décrochage automatique à 200g/min, le réglage du seuil de dépose à 500g/min n'a pas eu d'effet significatif sur la production laitière, la qualité du lait et la santé mammaire (CCS et mammites cliniques). La congestion des trayons, estimée par cutimétrie, a été significativement inférieure pour le seuil de dépose élevé. Elever le seuil de dépose a enfin permis de gagner 12 secondes par chèvre et par traite et a facilité la détection les animaux trop longs à traire ou ayant des déséquilibres d'écoulement du lait importants (certaines demi-mamelles mal vidangées). Des bénéfices relativement faibles mais qui incitent à poursuivre les investigations en matière d'optimisation des paramétrages des déposes débitmétriques.

4. Des outils et connaissances au service de la maîtrise de la santé mammaire

4.1. Des bilans sanitaires pour une antibiothérapie au tarissement ciblée

Des bilans ont été proposés et ont valorisé : i) les CCS à l'échelle individuelle et de troupeau (fréquence des infections présumées et repérage des femelles les plus sérieusement infectées, dynamique au cours du temps, identification des périodes à risque, positionnement des évènements de conduite d'élevage) ; ii) l'examen clinique en vue de l'évaluation de la fréquence des infections chroniques ; iii) des paramètres associés à l'aptitude à la traite, susceptibles de constituer des facteurs de risque vis-à-vis des infections de la mamelle (conditions de traite dégradées, risques accrus de transmission bactérienne) et/ou d'être associés d'un point de vue génétique à une plus grande sensibilité aux infections. Ils pourraient intégrer ultérieurement un volet relatif au bilan de la période sèche avec l'objectif d'évaluer les pratiques mises en œuvre à cette période parmi lesquelles l'antibiothérapie.

D'un point de vue opérationnel, l'intérêt relatif du traitement antibiotique intra-mammaire sélectif ou exhaustif sur les plans sanitaire et économique a été évalué dans l'élevage ovin laitier du lycée de La Cazotte (St-Affrique, Aveyron). Ont été comparés trois lots : traité exhaustivement (lot témoin A), traité sélectivement à l'échelle de la mamelle (lot B) ou sélectivement à l'échelle de la demi-mamelle (lot C).

L'analyse de l'efficacité curative du traitement antibiotique au tarissement a confirmé les pourcentages élevés de guérisons bactériologiques dans le cas de l'utilisation de la voie intra-mammaire. En termes d'efficacité préventive, plusieurs critères d'évaluation ont été pris en compte, seuls ou en combinaison : CCS (par mamelle ou demi-mamelle), présence de signes cliniques aigus mais surtout chroniques et bactériologie du lait (PCR quantitative). Globalement (indépendamment des 3 lots), la prévention des nouvelles infections *post partum* a été meilleure pour les demi-mamelles traitées avec la spécialité utilisée que pour les demi-mamelles non traitées, mais la différence n'a été significative (très faiblement) que sur le plan clinique (Bergonier *et al*., 2016). Il ne s'agissait que de symptômes non aigus ; la différence n'était plus significative si l'on ajoutait aux symptômes nets les symptômes discrets.

Les différences entre modalités de traitement (exhaustif, sélectif à l'échelon de la mamelle ou de la demi-mamelle) pour le premier tiers de la lactation, ont été absentes ou peu significatives. Aucune différence ne s'est révélée significative pour la période de livraison du lait (à partir de 1 mois *post partum*). En particulier, des résultats très proches ont été obtenus sur le plan de la production laitière et des CCS pour les deux lots de traitement sélectif. Par ailleurs, la mise en place d'une antisepsie des trayons pendant l'allaitement (pour un trayon sur deux dans les 3 lots) a eu, dans cet élevage, un effet additif ou synergique avec le traitement antibiotique. En ce qui concerne la période postérieure au sevrage, l'étude n'a mis en évidence aucun impact du traitement différencié ni sur la production laitière, ni sur les CCS. Enfin, l'évaluation économique des coûts (traitements…), pertes (pénalités, sous-production) et gains liés au produit lait, a permis d'estimer des marges brutes globales et par brebis. Par comparaison au lot A, les marges ont été accrues de 1,2 et 4,7 % pour les lots B et C respectivement. En effet, dans les conditions de cet élevage et de cette campagne laitière, la production laitière totale a été plus élevée (non significativement) pour le lot ayant reçu le moins d'antibiotiques. Ces données doivent être

interprétées à la lumière de la situation épidémiologique de l'élevage : prévalence faible à modérée des mammites subcliniques et absence de facteur de risque important (mammites).

L'étude a enfin permis d'identifier différents facteurs associés à l'apparition de nouvelles infections subcliniques : le rang de lactation : risque relatif supérieur pour les primipares ; le nombre de jours en lait (ou la production laitière) au tarissement : risque relatif supérieur pour les mises bas tardives ; la période de mises bas : risque relatif accru pour les mises bas sur retour en chaleur (par rapport aux mises bas sur insémination). Certains de ces facteurs pourraient être utilisés afin d'identifier des femelles « à risque » d'infections mammaires, lesquelles pourraient faire l'objet de mesures de prévention renforcée, au tarissement et surtout à la mise bas : antisepsie des trayons *post partum*, ordre de traite... Dans certains cas particuliers d'élevages à CCS de tank très élevées et/ou à prévalence forte de mammites cliniques, en particulier en lait cru (*S. aureus*), l'extension du traitement sélectif des mamelles infectées à un petit groupe ciblé de mamelles saines mais « à risque » pourrait être envisagée (avec une spécialité intra-mammaire fortement persistante). L'utilisation de l'antibiothérapie au tarissement doit dans tous les cas rester parcimonieuse et raisonnée.

4.2 Définition de l'objectif de sélection optimal combinant aptitude à la traite et santé de la mamelle

En caprins, un modèle d'indexation a été développé pour les CCS dans les deux principales races laitières. Les index cellules ont été publiés pour la première fois en octobre 2013. Les règles de prise en compte des cellules dans l'évaluation génétique ont été révisées en 2015. Ainsi, en septembre 2015, 3 646 031 lactations avaient été prises en compte dans l'indexation dont 42 % de premières lactations, 34 % de deuxièmes lactations et 24 % de troisièmes lactations. Cela a représenté 12 % de femelles avec un index cellules diffusé. Le progrès génétique attendu a été estimé pour différentes combinaisons de l'index de synthèse (index combiné caprin - ICC) afin d'intégrer l'index cellules dans l'objectif de sélection. Le but était de trouver la combinaison qui permette d'espérer une diminution des CCS tout en maintenant un niveau de production laitière satisfaisant. Les aspects économiques ont été pris en compte. L'intégration de l'index CCS s'est accompagnée d'une légère diminution du poids de l'index morphologique caprin dans les deux races et de l'index production caprine en Saanen. Ce faisant, ces nouveaux ICC laissent envisager une baisse des CCS de l'ordre de 0,7%, soit 11 000 CCS/ml en moyenne, en Saanen et de 1,5%, soit 22 000 CCS/ml, en Alpine (Clément *et al*., 2016). Ils sont désormais utilisés par Capgènes pour la gestion du schéma, en particulier la réalisation des accouplements programmés pour la procréation des futurs boucs améliorateurs.

En ovins, l'héritabilité des CCS est plus faible que chez la chèvre et est comprise entre 0,07 (Manech tête noire) et 0,15 (Lacaune). Les corrélations génétiques avec la production laitière sont défavorables quelle que soit la race, de 0,10 (Basco-Béarnaise) à 0,23 (Manech tête noire), les Manech tête rousse et Lacaune ayant une relation de 0,15. Les CCS sont par ailleurs reliées favorablement à la conformation mammaire (entre -0,12 et -0,32 selon le poste, en race Lacaune). Il a donc paru logique d'intégrer les CCS dans le critère de sélection, d'une part pour stopper leur dégradation et les diminuer (contrer la relation défavorable avec le lait), d'autre part pour améliorer la conformation de la mamelle, sachant que la sélection explicite pour la morphologie de la mamelle opère en synergie avec les CCS. C'est ainsi que l'objectif de sélection Lacaune intègre les 2 critères (CCS et conformation de la mamelle), chacun à hauteur de 25%, alors que pour les races pyrénéennes, en attendant l'intégration de la morphologie de la mamelle prévue en 2019, le poids des CCS dans le critère de sélection est de 15% en 2017.

Conclusion

Les Tests Pendant la Traite se déploient aujourd'hui sur le terrain pour appréhender les conditions de traite à l'interface animal-machine-trayeur, permettant de les objectiver et de disposer d'éléments de pilotage de la traite. L'étude des fluctuations de vide demande à être poursuivie pour mieux interpréter les données obtenues. De nouveaux phénotypes ont été définis, dont l'enregistrement et le stockage dans les bases nationales d'information sont actuellement à l'étude pour une valorisation à grande échelle. Les objectifs de sélection ont d'ores-et-déjà évolué pour prendre en compte la résistance aux infections mammaires. Enfin, l'observation en élevage (visite de traite, examen clinique) reste centrale et doit être valorisée à la fois pour identifier des facteurs de risque (pratiques de traite) et pour repérer les animaux infectés en vue de stratégies raisonnées et ciblées de traitement et de réforme. La diffusion large des références acquises et des outils disponibles, auprès des éleveurs et de leurs conseillers, est un élément déterminant de l'amélioration de la santé mammaire et de la qualité des produits.

Remerciements

Cette étude a bénéficié du compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural » du Ministère de l'Agriculture (Casdar) et pour le volet caprin du soutien financier de l'ANICAP. Les auteurs remercient les éleveurs et les techniciens d'élevage (SAPERFEL, Atlantic Conseil Elevage 17-85, CDEO, Confédération de Roquefort, UNOTEC) qui ont participé aux suivis des cheptels ainsi que les étudiants qui ont appuyé l'ensemble de ces travaux. Les données de performances laitières ont été fournies par les Chambres d'agriculture, l'INRA, les organismes de contrôle de performances et d'insémination artificielle et les organismes de sélection aux Systèmes Nationaux d'Information Génétique.

Références bibliographiques

Alaoui Sosse L., de Cremoux R., Lopez C., Poulet JL, El Jabri M., 2016. Contribution of mechanistic modelling of milk ejection kinetics: application to data issued from LactoCorder®. 12th International Conference on goats, Antalya, Turkey, 25-30th September 2016.

Allain C., Aurel M.R., Pailler F., Portes D., Menras J.M., Carriere F., Cluzel F., Duvallon O., Pena-Arnaud B., Caillat H., Arhainx J. Dion S., Bergonier D., Foucras G., Rupp R., 2010. La cinétique d'émission du lait et l'anatomie de la mamelle sont associées à la résistance aux mammites : résultats d'une sélection divergente de brebis sur les comptages de cellules somatiques. 17ème Rencontres Recherches Ruminants, Paris, France, 8-9 Décembre 2010.

Bergonier D., Totain E., Hygonenq M.C., Foucras G., 2013. Diagnostic des mammites chez les petits ruminants : évolutions actuelles, apport des PCR multiples. In Journées nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, Nantes, 15-17 mai 2013. 235-245.

Bergonier D., Totain E., Hygonenq M.C., Foucras G., 2014. Apport de la qPCR multiplex directe pour la détection et la quantification des agents de mammites dans le lait de brebis. In Actes du Colloque international francophone de microbiologie animale (CIFMA), Toulouse, 15-16 mai 2014.

Bergonier D, Valette F, Hardy A, Foucras G., 2016. Evaluation of selective intramammary drying-off treatment in dairy ewes. 6th IDF International Mastitis Conference", Nantes, France, September 10-12, 2016.

Bergonier D., Van de Wiele A., Arranz J.M., Barillet F., Lagriffoul G., Concordet D., Berthelot X., 1996. Detection of Subclinical Mastitis in Dairy Sheep with Somatic Cell Counts: Proposition of Physiological Thresholds. In "Somatic cells and milk of Small Ruminants, International Symposium", Bella, Italy, September 25-27, 1994. Wageningen Pers. (R. Rubino edit.), Wageningen, Netherlands, 35-40.

Berthelot X., Lagriffoul G., Concordet D., Barillet F., Bergonier D., 2006. Physiological and pathological thresholds of somatic cell counts in ewe milk. Small Ruminant Research, 62, 27‑31.

Clément V, Ceglowski C., de Cremoux R., Martin P., Rupp R., 2015. Concentrations cellulaires dans les élevages caprins : état des lieux et mise en place d'un programme d'amélioration génétique. Renc. Rech. Ruminants, 22. 45-48.

Clément V., de Crémoux R., Caillat H., Huau C., Bouvier F., Palhière I., Larroque H., Martin P., Rupp R., 2016. Somatic cell counts as a selection criterion for goat mastitis resistance. 6th International Conference on Mastitis, Nantes, 7-9 september 2016.

de Cremoux R., Gilbert FB., Coquantin C., Brun-Lafleur L., Fouilloux MN., Pommaret A., Lefrileux Y., 2016. Impact de la mise à l'herbe sur les concentrations en cellules somatiques du lait dans un troupeau de chèvres conduites en monotraite. Renc. Rech. Ruminants, 23,

de Cremoux R., Poutrel B., 2000. Les numérations cellulaires chez la chèvre: un outil de diagnostic présomptif des infections mammaires. In: 7th Int Conf on Goats, Tours, France, 757-760.

Huau C., Foucras G., Tabouret G., Caubet C, Bouvier F., Fassier T., Rainard P., Martin P., Tosser-Klopp G., Rupp R., 2015. L'amélioration génétique sur le comptage de cellules somatiques du lait s'accompagne d'une meilleure qualité hygiénique chez la chèvre. 2015. Renc. Rech. Rumin, 22, 53.

Palhière I., Larroque H., Clément V., Tosser-Klopp G., Rupp R., 2014. Genetic parameters and QTL detection for milking speed in dairy Alpine and Saanen goats. In 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, 14-22 Aout 2014.

Poulet JL., Fassion S., Mary N., Marion A., de Cremoux R., 2016. Main lessons of milking time test in French dairy farms. 6th International Conference on Mastitis, Nantes, 7-9th september 2016.

Poulet JL., Mary N., Liquière B., Michot L., Regourd JR., de Cremoux R., 2017. Use of vacuum levels and fluctuations to approach milking conditions in sheep. 9th International Sheep Veterinary Congress, Harrogate, England, 22-26th May 2017.

Rupp R., Bergonier D., Dion S., Hygonenq M. C., Aurel M. R., Robert-Granie C., Foucras G., 2009. Response to somatic cell count-based selection for mastitis resistance in a divergent selection experiment in sheep. J. Dairy Sci., 92, 1203-1219.

Schwaiger K., Wimmer M., Huber-Schlenstedt R., Fehlings K., Hölzel C.S., Bauer J., 2012. Bovine milk samples yielding negative or nonspecific results in bacterial culturing. The possible role of PCR-single strand conformation polymorphism in mastitis diagnosis. J Dairy Sci., 95 : 98-101.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL).