

Daphné Bolduc

111 269 184

Séminaire en sciences animales

SAN-3100

**L'impact des pratiques d'hygiène au moment de la traite sur la  
concentration en cellules somatiques du lait de chèvre**

Travail remis à :

Dany Cinq-Mars

Département des sciences animales

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval

3 mai 2024

## Résumé

L'industrie caprine québécoise rencontre son lot d'enjeux. Parmi ces derniers comptent les taux de cellules somatiques (CCS) élevés qui nuisent à la transformation fromagère, en plus d'être reliés, dans certains cas, à des infections des glandes mammaires qui peuvent nuire à la production du lait. Les recommandations proposées par les organismes de référence pour diminuer le CCS du lait ne sont toutefois pas toutes suivies par la majorité des producteurs qui manquent de temps pour les appliquer, ou encore qui n'en voient pas l'intérêt. Une étape cruciale pour la propagation des pathogènes est la traite des chèvres. Dans cette optique, ce travail a pour but de comparer l'efficacité des différentes pratiques entourant la traite par rapport à la diminution du CCS. Les articles consultés suggèrent que l'évacuation des premiers jets ainsi que le bain de trayons avant la traite sont les pratiques à prioriser pour leur efficacité sur le CCS. L'évaluation de l'effet sur le CCS du lait de chèvre serait toutefois pertinente à faire pour la désinfection des mains et l'ordre de traite. Le constat majeur de ce travail porte d'ailleurs sur le manque de recherche sur le sujet.

# Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>ii</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>v</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>v</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Les cellules somatiques chez la chèvre.....</b>	<b>2</b>
Anatomie mammaire de la chèvre .....	2
Cellules somatiques .....	3
Mammites .....	4
<b>Facteurs qui influencent la concentration en cellules somatiques dans le lait de chèvre .....</b>	<b>5</b>
<b>Inflammatoire.....</b>	<b>5</b>
Infectieux.....	5
Non infectieux.....	5
<b>Non inflammatoire .....</b>	<b>6</b>
Intrinsèques .....	6
Extrinsèques.....	6
<b>Facteurs extérieurs .....</b>	<b>6</b>
<b>Pratiques d'hygiène entourant la traite et leur efficacité.....</b>	<b>7</b>
Pratiques recommandées .....	7
Ordre de traite.....	8
Premiers jets.....	9
Hygiène des mains du trayeur.....	10
Port des gants.....	10
Lavage des mains .....	12
Hygiène des trayons .....	13

Avant la traite.....	14
Assécher les trayons.....	15
Après la traite.....	<u>16</u>
Différentes techniques employées .....	17
<b>Retour sur la pertinence des pratiques d'hygiène .....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>19</b>

## Liste des figures

Figure 1 - Anatomie du pis de la chèvre (Sanz Franco, 2021) .....	2
---	---

## Liste des tableaux

Tableau 1 - Risques relatifs d'infections présumées sur l'ensemble de la lactation pour l'instauration d'un ordre de traite (adapté Chatelin et al., 2001).....	8
Tableau 2 - Associations inconditionnelles ( $P < 0,2$ ) entre le retrait des premiers jets et le comptage des bactéries aérobies (APC) et le CCS dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021) .....	10
Tableau 3 - Estimation de l'association conditionnelle entre le port de gants par le trayeur et les probabilités d'éliminer l'infection intramammaire <i>S. aureus</i> estime dans la classification croisée hiérarchique bayésienne (adapté de Dufour et al., 2012) .....	11
Tableau 4 - Facteurs de risque associés à l'isolation de <i>S. aureus</i> dans le lait de vache et l'utilisation de gants lors de la traite (adapté de Ágreto-Campos et al., 2023) .....	12
Tableau 5 - Facteurs de risque associés à l'isolation de <i>S. aureus</i> dans le lait de vache et la désinfection des mains selon les produits utilisés (adapté de Ágreto-Campos et al., 2023) .....	13
Tableau 6 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le lavage des trayons prétraite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021) .....	14
Tableau 7 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le trempage des trayons prétraite et le comptage des bactéries aérobies (APC) et des cellules somatiques dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021) .....	15
Tableau 8 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre assécher les trayons avant la traite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021) .....	15
Tableau 9 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le bain de trayon post-traite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021) .....	16

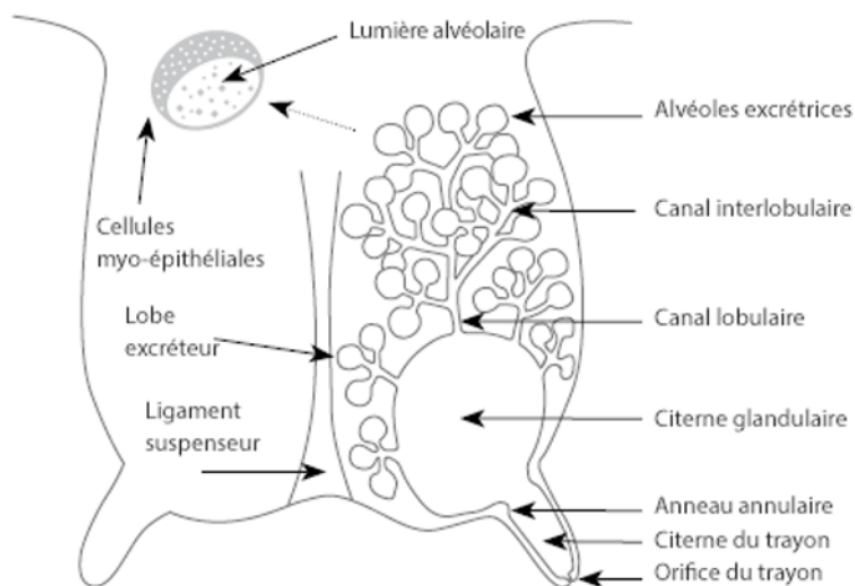
## Introduction

Bien que la consommation de lait de chèvre soit omniprésente dans les pays en développement, sa production reste marginale chez les occidentaux. La faible demande pour ces produits entraîne une faible effervescence dans la recherche en ce qui concerne le domaine caprin. Les problématiques rencontrées par les producteurs restent ainsi peu documentées. Au Québec, un enjeu important rencontré par l'industrie est le taux élevé de cellules somatiques dans le lait de chèvre, comparativement au lait de vache. Cet indicatif de la santé de la glande mammaire ainsi que la qualité du lait est bien documenté chez les bovins laitiers et les méthodes d'analyse sont bien implantées. Toutefois, certaines différences majeures dans la physiologie de ces ruminants rendent ces connaissances et analyses peu compatibles avec le lait de chèvre. Les organismes de référence se basent toutefois sur les connaissances au niveau des vaches laitières, pour extrapoler au niveau caprin, en raison de la faible quantité de documentation sur le sujet. En l'absence de conseils adaptés et concrets, plusieurs producteurs ne les appliquent pas, augmentant les risques d'infection mammaire. La problématique demeure ainsi largement répandue dans l'industrie laitière caprine. À la ferme, on en ressent principalement les effets par l'augmentation du taux de réforme et la diminution de la production laitière (Haenlein, 2002) en raison des infections mammaires induites par les mauvaises pratiques. Du côté économique, cela représente d'importantes pertes de production liées aux mammites non diagnostiquées et au lait rejeté des animaux malades. Pour les entreprises dont le nombre de cellules somatiques (CCS) excède le taux maximal permis, soit 1 500 000 cellules somatiques par millilitre de lait, l'acheteur peut refuser la réception, ce qui implique une perte d'argent et une amende pour ceux qui partagent un transporteur. Pour les acheteurs, la conservation et la transformation sont des enjeux majeurs. En effet, un lait contaminé se conserve moins longtemps et un taux élevé de cellules somatiques diminue le rendement fromager (Michaud, 2014). Pour parer à la situation, il faudrait donc documenter davantage la production laitière caprine et adapter les tests de CCS au lait de chèvre. Une meilleure connaissance des pratiques qui influencent la contamination du lait engendrerait la diffusion de recommandations fiables que les producteurs risqueraient davantage de suivre. Puisque la contamination des glandes mammaires survient en grande partie durant la traite (Bergonier et al., 2003), l'efficacité et la pertinence des pratiques recommandées sont évaluées dans ce rapport.

## Les cellules somatiques chez la chèvre

### Anatomie mammaire de la chèvre

L'anatomie mammaire de la chèvre est différente de celle de la vache, bien qu'elle y soit fréquemment comparée. D'abord, son pis est constitué de deux glandes mammaires séparées, chacune liée à un trayon. Chaque trayon est séparé en deux compartiments pouvant contenir le lait, soient les alvéoles et les citernes. Contrairement à la vache, la majorité du lait est stocké dans les citernes. Il y a deux types de citernes par glande mammaire, soient la citerne glandulaire qui se trouve dans le pis et la citerne du trayon qui se trouve dans ce dernier. Le chemin parcouru par le lait débute donc par sa production dans les alvéoles. Il poursuit ensuite son chemin vers la citerne glandulaire par les canaux interlobulaires et lobulaires, puis descendra dans la citerne du trayon (Sanz Franco, 2021).



**Figure 1 - Anatomie du pis de la chèvre (Sanz Franco, 2021)**

À la sortie du trayon se trouve un orifice composé d'un sphincter et d'un bouchon de kératine, tous deux destinés à protéger le pis des bactéries qui pourraient infecter la glande mammaire. Le bouchon de kératine n'est toutefois présent que chez les chèvres tarées et disparaît peu avant le chevrotage.

## Cellules somatiques

Les cellules somatiques peuvent être d'origine mammaire ou encore d'origine sanguine. Les cellules d'origine sanguine sont aussi appelées globules blancs et sont présentes naturellement dans le lait afin de protéger le pis des bactéries qui pourraient s'y introduire et l'infecter. Celles qui sont d'origine mammaire sont composées de cellules épithéliales qui se détachent en raison du renouvellement cellulaire de la glande mammaire ainsi que des débris cellulaires dus à la sécrétion apocrine du lait chez la chèvre. (Lemelin et al., 2016) En effet, la sécrétion lactée est apocrine chez les caprins alors qu'elle est surtout mérocrine chez les bovins. (Puerta, 2023). Cette caractéristique propre à l'espèce engendre des difficultés dans l'analyse des résultats des tests de qualité du lait, les plus communs ayant été conçus pour analyser le lait de vache. Toutefois, des comparaisons récentes au Québec ne montrent pas de différence significative dans la fiabilité des tests actuels pour évaluer les CCS dans les laits de chèvres (Duplessis et al 2018).

Une autre différence observée dans la composition du lait de chèvre est sa teneur élevée en globules blancs neutrophiles, même s'il provient d'animaux sains. En effet, ces cellules somatiques sont présentes en quantités importantes même en l'absence de pathogènes et varient énormément selon certains stades de lactation. Chez la vache, ce type de cellule augmente surtout avec la présence de pathogènes dans la glande mammaire, ce qui implique que le nombre de cellules somatiques est en moyenne très élevé par rapport aux vaches (Bergonier et al. 2003).

Le CCS habituellement effectué lors du contrôle laitier se veut tributaire du nombre de pathogènes présents dans le lait de vache. Chez la chèvre, leur nombre dépend cependant de plusieurs autres facteurs et varie fortement entre chaque individu. Bien que certaines études se soient penchées sur l'importance de certains facteurs sur les variations du CCS, très peu d'informations sont disponibles sur les raisons pour lesquelles le CCS est aussi élevé et variable. Ainsi, alors que le compte de cellules somatiques doit être inférieur à 400 000 cellules par millilitre chez la vache (Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec [RMAAQ], 2024), il doit être inférieur à 1 500 000 cellules somatiques par millilitre de lait chez la chèvre (Règlement sur la production et la mise en marché du lait de chèvre, 2024) afin de prendre en compte les débris cellulaires et les variations entre les chèvres.

Le type de comptage employé au Québec est « Fossomatic ». Cette méthode automatisée utilise la coloration de l'ADN des noyaux de cellules. Puisqu'elle ne considère théoriquement pas les débris cellulaires, elle serait la méthode la plus fiable pour le CCS du lait de chèvre.



Puisque le test habituellement effectué lors du contrôle laitier renseigne sur plusieurs autres facteurs spécifiques à l'animal, la comparaison de contrôles mensuels ou bimensuels est nécessaire afin d'analyser l'évolution du CCS d'une même chèvre sur plusieurs mois. Ces données sont toutefois à utiliser avec parcimonie puisque certains facteurs évoluent eux aussi avec l'avancement de la lactation.

### **Mammites**

La faculté de médecine vétérinaire définit la mammite comme « une inflammation des tissus internes de la glande mammaire dont la cause principale est l'introduction de bactéries. » (Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine et la qualité du lait, s.d.) Il y a toutefois différents types de mammites chez la chèvre, celles-ci n'étant pas toutes d'origine bactérienne. En effet, en plus de la mammite bactérienne, on compte la mammite rétrovirale, engendrée par le virus de l'arthrite-encéphalite caprine, et la mammite mycoplasmique, engendrée par la présence de mycoplasmes dans le troupeau. Les deux derniers types de mammite découlent de maladies sous-jacentes qui mènent elles-mêmes à la réforme de l'animal qui peut difficilement être traité. Pour la mammite bactérienne, l'option la plus économique est souvent la réforme de l'animal, qui risque d'autant plus de contaminer d'autres individus s'il n'est pas réformé. Cette dernière est néanmoins traitable dans le cas où les producteurs désirent garder l'animal atteint (Leboeuf, 2016). Une mammite peut être clinique ou subclinique, ce qui signifie qu'elle peut respectivement impliquer des effets observables sur le lait ou le pis, ou encore n'impliquer aucun effet visuellement apparent. La mammite clinique est relativement facile à repérer par le changement de l'apparence du lait ou du pis. Elle peut donc être traitée plus rapidement par les producteurs. La mammite subclinique, quant à elle, ne peut être décelée que par l'augmentation du compte de cellules somatiques jumelée à d'autres tests diagnostiques, étant donné que le CCS peut varier selon une multitude de facteurs chez la chèvre. Trompeuse, cette mammite est difficilement détectée et peut engendrer des problèmes pour la production et la durée de vie des chèvres laitières (Ontario Veterinary Medical Association, s. d.).

## **Facteurs qui influencent la concentration en cellules somatiques dans le lait de chèvre**

Tel que mentionné précédemment, une multitude de facteurs peut influencer sur le CCS du lait de chèvre. Ces facteurs peuvent être de nature inflammatoire, non inflammatoire ou encore être liés aux manipulations humaines des échantillons. La liste des facteurs est tirée de l'article de Arce et al. (2014) qui analyse, compare et présente différentes études qui traitent de ces facteurs.

### **Inflammatoire**

#### *Infectieux*

Les facteurs inflammatoires infectieux sont la principale cause qui peut engendrer une hausse des cellules somatiques dans le lait de chèvre. Les types de mammites mentionnées ci-haut correspondent aux différents types de pathogènes qui peuvent infecter le pis, soient les mammites bactériennes, rétrovirales et mycoplasmiques.

Les bactéries causant le plus souvent des mammites sont les staphylocoques à coagulase négative (SCN). *Staphylococcus aureus* est la plus commune des SCN qu'on retrouve dans le lait de chèvre, cette dernière est naturellement présente sur la peau (Anderson et al., 2018). Les streptocoques sont le second groupe le plus fréquemment rencontré parmi les bactéries du lait (Arce et al. 2014). Ces deux types de bactéries contribuent aux mammites bactériennes. Les bactéries du genre *mycoplasma* sont des pathogènes majeurs qui correspondent aux mammites mycoplasmiques et sont très contagieuses. L'impact de l'arthrite encéphalite caprine sur le CCS n'a pas été clairement démontré (Contrera et al., 2002). Sa présence peut néanmoins réduire la capacité du corps à protéger le pis de la chèvre, ce qui peut fragiliser la glande mammaire aux potentielles infections.

#### *Non infectieux*

Les facteurs inflammatoires non infectieux pouvant avoir un impact le CCS incluent d'abord les blessures physiques, que ce soient les blessures occasionnelles au pis ou les blessures récurrentes telles que la traite et l'allaitement. Il y a aussi les facteurs chimiques qui peuvent être occasionnés par des produits tels que ceux utilisés pour nettoyer les trayons lors de la traite, s'ils ne sont pas utilisés selon les recommandations du fabricant.

## **Non inflammatoire**

### *Intrinsèques*

Les facteurs non inflammatoires intrinsèques qui peuvent influencer sur le CCS sont ceux qui dépendent majoritairement de l'animal. Parmi ceux-ci, on compte la fréquence de traite, soit le nombre de fois par jour ainsi que le temps entre chacune. Ce facteur dépend de l'animal puisque chaque chèvre réagit différemment aux différentes fréquences. Les valeurs varient également d'une journée à l'autre (Arce et al., 2014).

Le stade de lactation est un autre facteur très important de la variation du CCS puisqu'il le modifie considérablement dans le temps. Le nombre de lactations accomplies par la chèvre est aussi un facteur haussant le CCS du lait, particulièrement chez les animaux infectés. La productivité de la chèvre et le contenu de son lait peuvent également influencer sur le CCS. Durant la période des chaleurs de la chèvre, on constate aussi une augmentation (Arce et al., 2014).

### *Extrinsèques*

Les facteurs extrinsèques, eux, sont ceux pour lesquels les actions humaines ont un impact sur le nombre de cellules somatiques produites par la chèvre.

L'alimentation est un point important à prendre en compte pour le contrôle des mammites. Le stress compte aussi parmi ces facteurs, en plus des photopériodes qui jouent un rôle direct sur l'augmentation du CCS (Arce et al., 2014).

Le système de production peut avoir un impact sur le CCS, jouant sur l'hygiène, la production obtenue et la quantité de chèvres dans un même environnement. De ce fait, le niveau d'installation de la ferme peut réduire ou augmenter le CCS (Arce et al., 2014). Les stratégies de contrôle des mammites sont un point majeur à considérer, que ce soit par le traitement des mammites déjà présentes ou leur prévention.

## **Facteurs extérieurs**

La méthode de comptage des cellules somatiques a elle aussi un impact sur les résultats obtenus. Tel qu'expliqué précédemment, le contrôle laitier mensuel ne cible pas uniquement les cellules somatiques, mais également les résidus des cellules qui produisent le lait. De plus, bien que le comptage des cellules somatiques donne une bonne idée de la santé du pis et donc de la qualité du lait, les résultats peuvent être biaisés par le niveau d'efficacité du système immunitaire de l'animal.

La conservation et le stockage des échantillons analysés peuvent jouer sur les résultats obtenus (Arce et al., 2014).

Les problèmes engendrés par un taux élevé de cellules somatiques dans le lait de chèvre sont majoritairement liés aux mammites ainsi qu'à la contamination du lait qui affectent négativement la qualité des produits livrés (Arce et al., 2014). Les facteurs qui n'influencent pas les bactéries présentes dans le lait sont donc à considérer dans le contexte d'élevage, mais ne représentent pas un problème pour les producteurs ou les acheteurs. Pour la production laitière caprine au Québec, l'enjeu est donc principalement centré sur le contrôle des mammites, les installations et méthodes d'élevage étant relativement standards. Pour effectuer ce contrôle, les producteurs peuvent entre autres évaluer leurs pratiques d'hygiène durant la traite, pratiques qui influencent la santé du pis à différents niveaux. La pertinence des différentes pratiques conseillées aux producteurs est donc traitée dans la prochaine section.

## **Pratiques d'hygiène entourant la traite et leur efficacité**

### **Pratiques recommandées**

Afin de guider les producteurs laitiers caprins sur les bonnes pratiques entourant la traite pour réduire la contamination des glandes mammaires, Lactanet a publié un document de recommandations intitulé *Bonnes pratiques entourant la traite* (CEPOQ, 2020). Les principales pratiques suggérées avant la traite sont de suivre un ordre de traite, de nettoyer les trayons, de les assécher et de tirer les premiers jets. Durant la traite, ils conseillent de s'assurer que les trayeuses sont toujours bien installées, de manipuler l'animal le moins possible et d'éviter la surtraite. Finalement, les pratiques post-traites sont le bain de trayon. Ils précisent également que les mains du trayeur devraient être couvertes de gants fréquemment désinfectés ou qu'elles devraient être lavées souvent. Les pratiques d'hygiène évaluées dans les prochaines sections seront basées sur ces recommandations.

## Ordre de traite

La transmission de plusieurs maladies peut survenir lors de la traite et l'élaboration d'un ordre de traite est recommandée afin de réduire la contamination entre les animaux. Pour pratiquer cette mesure, les animaux qui risquent le plus d'être atteints de maladies contagieuses, dont les chèvres les plus âgées, doivent être traités en derniers. À l'inverse, les animaux les plus sensibles aux maladies, dont les chèvres qui viennent de mettre bas, celles qui présentent les CCS les plus bas et les plus jeunes doivent être traités les premières. De cette manière, les affections présentes dans le troupeau se répandent moins rapidement, ce qui contribue entre autres à préserver la santé mammaire des animaux non contaminés. Les pathogènes peuvent être transmis de plusieurs façons durant la traite, que ce soit par la mangeoire, les trayeuses ou toute autre surface avec laquelle les animaux peuvent entrer en contact.

Chatelin et al. (2001) a comparé l'effet de l'application de plusieurs critères liés à la santé du pis de chèvres en lactation dans 51 fermes françaises durant trois ans. Les fermes ont été sélectionnées selon leurs résultats de CCS élevés et les chercheurs ont observé les impacts de différentes pratiques sur les infections des glandes mammaires. Parmi les critères évalués, on compte l'impact de l'instauration d'un ordre de traite sur la dynamique des infections mammaires. Les résultats obtenus sont présentés dans au Tableau 1. Selon cette étude, le risque relatif d'infection des chèvres en première lactation à des pathogènes mineurs diminue avec l'instauration de cette méthode. Des observations similaires sont faites au niveau de la diminution des risques relatifs d'infections du troupeau à des pathogènes majeurs. Ce dernier résultat n'est toutefois pas significatif. Ces améliorations observées à moyen terme suggèrent donc que cette mesure préventive présente un avantage notable pour la santé mammaire des chèvres.

**Tableau 1 - Risques relatifs d'infections présumées sur l'ensemble de la lactation pour l'instauration d'un ordre de traite (adapté Chatelin et al., 2001)**

<b>% présumés sains</b>	<b>% infections présumées pathogènes mineurs</b>	<b>% infections présumées pathogènes majeurs</b>
1,07	0,92*	0,95

\* =  $p < 0,05$

Il est à noter que cette pratique est déjà largement utilisée chez les producteurs laitiers caprins afin de retarder le plus possible l'apparition de l'arthrite encéphalite caprine au sein des groupes les plus jeunes. Elle reste une méthode préventive efficace et pertinente à proposer aux producteurs qui ne l'appliquent pas déjà. De plus, les données présentées montrent l'effet de la pratique sur les pathogènes retrouvés dans le lait, mais pas sur le CCS. Aucune étude répertoriée dans le cadre de ce travail n'a étudié cette relation. Bien que la présence de pathogènes dans le lait soit une cause de l'augmentation du nombre de cellules somatiques, plusieurs autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte. Il serait donc pertinent d'évaluer cette relation dans une future étude.

### **Premiers jets**

Tirer manuellement les premiers jets dans un contenant à part fait partie des recommandations des grandes corporations du domaine, le but étant d'abord d'effectuer une première vérification de la qualité du lait. En effet, en cas de mammite clinique, le lait risque d'avoir une apparence différente de l'habitude. Cette pratique permet donc de détecter une partie des infections mammaires, évitant de traire un animal infecté et de contaminer le lait. Les corporations conseillent également cette pratique en raison des nombres de cellules somatiques et de bactéries plus élevés dans ces premiers jets.

Au cours de ses recherches, Leon et al. (2021) a évalué le lien entre plusieurs pratiques différentes et le nombre de cellules somatiques ainsi que la contamination microbienne du lait de chèvre sur 160 fermes laitières caprines brésiliennes sélectionnées de manière aléatoire. Pour ce faire, les producteurs ont eu à remplir un sondage dans lequel ils devaient préciser s'ils appliquaient ou non les pratiques sélectionnées, puis les chercheurs se sont rendus sur place afin de vérifier la validité de leurs réponses. Les CCS et les analyses bactériologiques ont ensuite été effectuées à partir du lait des réservoirs. Les données obtenues ont été jumelées aux sondages recueillis pour chaque ferme, puis elles ont été soumises à des analyses statistiques afin de vérifier la corrélation entre les facteurs et la santé du pis. Parmi les facteurs analysés, la réalisation des premiers jets en débutant la traite faisait partie des pratiques d'hygiène qui favorisaient le plus significativement la diminution des contaminations microbiennes et du CCS. Les données de l'étude sont présentées dans le Tableau 2 ci-bas. Le ratio de probabilités que cette pratique diminue la quantité de bactéries dans le réservoir était de 3,905 et de 1,789 pour la diminution du nombre de cellules somatiques. Ces deux résultats étant supérieurs à 1 et considérés significatifs, on peut donc déduire que cette

pratique est efficace pour les deux critères. Les auteurs expliquent ce résultat par la réduction de la traite d'animaux présentant des mammites cliniques et donc la réduction du lait contaminé dans le réservoir à lait. Selon eux, cette pratique engendre un meilleur contrôle des infections mammaires du troupeau.

**Tableau 2 - Associations inconditionnelles ( $P < 0,2$ ) entre le retrait des premiers jets et le comptage des bactéries aérobies (APC) et le CCS dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021)**

Méthode	Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance (95%)	P
APC	3,905	1,942 – 7,855	< 0,05
CCS	1,789	0,684 – 4,684	0,172

Les premiers jets sont donc une pratique pertinente à effectuer lors de la traite afin de réduire les risques de traire un animal infecté. Cette pratique permet de diminuer le nombre de cellules somatiques dans le lait vendu, en plus de favoriser la gestion des mammites dans le troupeau. Elle permet la prise en charge rapide des animaux atteints de mammite clinique et diminue les chances de la transmission de pathogènes entre les animaux lors de la traite ou au sein d'un même groupe.

### **Hygiène des mains du trayeur**

Selon le document consulté, la personne qui effectue la traite pourrait elle aussi avoir un impact sur le CCS par sa propre hygiène. Les recommandations visent surtout les mains du trayeur puisque plusieurs bactéries peuvent être transmises d'une chèvre à l'autre par ces dernières.

#### *Port des gants*

Le port de gants lors de la traite est conseillé afin d'éviter la transmission de bactéries présentes naturellement sur la peau.

L'étude de Dufour et al. (2012), a sélectionné 90 troupeaux laitiers bovins canadiens dans lesquels ils ont collecté des échantillons à quatre reprises sur deux ans. Les échantillons utilisés pour chaque troupeau proviennent de 10 vaches sélectionnées au hasard et des dernières vaches ayant débuté leur lactation. Les quatre trayons étaient d'ailleurs échantillonnés séparément. Les analyses effectuées avaient pour but d'évaluer les quantités de *S. aureus* retrouvées dans le lait. L'effet du

port de gants sur la présence de la bactérie dans le lait a été évalué en covariable avec le bain de trayon prétraite et a montré une diminution de sa présence dans le lait. Ces résultats sont d'ailleurs présentés au Tableau 3. Considérant la présence de covariables, l'étude ne permet pas de savoir si le port des gants réduit considérablement la présence du pathogène dans le lait ou si le bain de trayon a davantage contribué à l'amélioration observée. Les résultats de cette étude ne peuvent ainsi pas être pris en compte, mais on peut remarquer une tendance à diminuer la présence de *S. aureus* dans le lait.

**Tableau 3 - Estimation de l'association conditionnelle entre le port de gants par le trayeur et les probabilités d'éliminer l'infection intramammaire *S. aureus* estime dans la classification croisée hiérarchique bayésienne (adapté de Dufour et al., 2012)**

Risque relatif	Erreur Standard	Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance 95%	Covariables
-0,47	0,2	0,63	0,42 – 0,92	Désinfection des trayons Type de logement

Toujours en lien avec la mammite chez la vache laitière, Ágredo-Campos et al. (2023) a évalué la corrélation entre certaines pratiques de traite et la présence de trois bactéries problématiques dans le lait de vache, soient *S. aureus*, *E. coli* et *Klebsiella spp.* Pour ce faire, les chercheurs ont échantillonné le lait du réservoir de 150 fermes colombiennes, ont analysé les échantillons en laboratoire et les ont soumis à des analyses statistiques. *S. aureus* étant la bactérie la plus fréquente chez les chèvres laitières atteintes de mammite, c'est cette dernière qui sera analysée. Leur étude a démontré que le port de gants lors de la traite tend à augmenter de 2,2 fois la présence de *S. aureus*, tel que présenté dans le Tableau 4. Toutefois, les chercheurs mentionnent que les valeurs obtenues ne concordent pas avec les études consultées. Ils considèrent que ces valeurs sont dues au fait que les trayeurs ressentent moins le besoin de se laver les mains entre chaque animal puisqu'ils portent des gants. De plus, ils justifient cette position par les valeurs obtenues lorsque les trayeurs se désinfectent les mains entre chaque animal, valeurs qui montrent une réduction de la présence de *S. aureus*. L'étude montre donc que cette pratique n'est pas significativement pertinente pour diminuer la contamination des trayons s'ils ne sont pas désinfectés entre chaque chèvre.



**Tableau 4 - Facteurs de risque associés à l'isolation de *S. aureus* dans le lait de vache et l'utilisation de gants lors de la traite (adapté de Ágredo-Campos et al., 2023)**

Risque relatif	Erreur Standard	P-value	Intervalle de confiance 95%
2,26	1,03	0,07	0,93-5,53

Aucune étude montrant la pertinence du port des gants pour la diminution de la contamination des glandes mammaires des chèvres n'a pu être trouvée. Les études traitées ont su montrer la diminution de la transmission des pathogènes entre les pis lors du port des gants. Elles n'ont toutefois pas su montrer la pertinence de cette pratique sur la présence de mammites. Les recherches effectuées à ce sujet portent toutefois à croire que le port de gant ne présente pas d'avantages significatifs pour la santé du pis et n'aurait donc pas d'effet marqué sur le CCS.

#### *Lavage des mains*

Le lavage des mains est recommandé comme pratique d'hygiène de base durant la traite. En plus d'éviter la transmission de pathogènes des mains du trayeur dans le lait, cette pratique a pour but de diminuer la contamination du pis des chèvres traites. Tel que mentionné, certaines bactéries qui peuvent causer des mammites sont naturellement présentes sur la peau. Ainsi, les mains sont un vecteur important entre les pis des chèvres, particulièrement lors du retrait des premiers jets.

L'article de Ágredo-Campos et al. (2023) sur les vaches laitières traité dans la section précédente traite également l'effet du lavage des mains sur certaines bactéries qu'on peut retrouver dans le lait chèvres. La bactérie *S. aureus* étant la plus pertinente des trois analysées pour les chèvres, ce sont ces résultats qui sont présentés dans le Tableau 5. Selon leurs résultats, la désinfection des mains entre chaque vache réduirait de 92% la présence de la bactérie *S. aureus*, que ce soit en portant des gants ou non. Ils ont d'ailleurs évalué les différents produits utilisés. Parmi les choix évalués, soient l'alcool, la chlorhexidine, l'acide lactique, le chlore et l'iode, seul l'iode semble donner des résultats significativement plus bas par rapport aux autres. Selon cette étude, il existe donc un avantage considérable à la désinfection des mains entre les animaux. Cette pratique d'hygiène, dont l'efficacité a été démontrée sur la réduction du pathogène *S. aureus* dans le lait, paraît donc pertinente, en plus d'être relativement simple à appliquer. On ne peut toutefois pas

conclure directement sur son effet sur le CCS du lait de chèvre, comme l'étude discuté ici portait chez les vaches.

**Tableau 5 - Facteurs de risque associés à l'isolation de *S. aureus* dans le lait de vache et la désinfection des mains selon les produits utilisés (adapté de Ágreedo-Campos et al., 2023)**

Variable		Risque relatif	Erreur Standard	P-value	Intervalle de confiance 95%
Désinfection des mains		0,08	0,06	< 0,05	0,02-0,40
Produits	Chloré	0,60	0,11	< 0,05	0,42-0,86
	Iodé	0,99	0,60	0,98	0,30-3,26
	Autres	0,57	0,11	< 0,05	0,40-0,83

Les études analysées pour ces deux pratiques d'hygiène des mains du trayeur s'appliquaient aux vaches laitières et visaient avant tout la bactérie *S. aureus*. Aucune étude n'a pu être trouvée pour vérifier l'impact du lavage des mains et du port de gants pendant la traite des chèvres. Néanmoins, ces études donnent une idée de l'état de la situation pour une bactérie commune du lait de vache et de chèvre. Ces études ont permis de constater que le port de gants lors de la traite n'est pas nécessairement une pratique à laquelle se fier pour réduire les bactéries présentes dans le lait. La désinfection des mains entre chaque animal, elle, s'est vue très efficace quant à la diminution de la présence de *S. aureus* dans le lait de vache. Il est possible d'en déduire que cette pratique diminue le transport des bactéries entre les trayons et cette déduction peut être appliquée aux chèvres. Toutefois, ces résultats ne nous permettent pas de savoir avec certitude si cette diminution du transport des bactéries contribuerait à réduire les pathogènes dans le lait de chèvre et encore moins si elle réduirait le CCS. Le manque de recherches en lien avec l'hygiène durant la traite des chèvres ne permet donc pas d'émettre de conclusion formelle, mais les connaissances actuelles portent à croire que la désinfection des mains au cours de la traite serait avantageuse.

### Hygiène des trayons

Le lavage des trayons ne fait pas l'unanimité chez les éleveurs caprins, bien qu'il soit fortement conseillé par les spécialistes au Québec. Le document publié par Lactanet (CEPOQ, 2020) soutient

que l'efficacité des lavages des trayons avant et après la traite est sensiblement équivalente. Ils conseillent également d'essuyer les trayons après le lavage afin de les assécher.

#### *Avant la traite*

Le lavage des trayons est recommandé avant la traite afin de diminuer les bactéries présentes dans le lait dues à des trayons sales et de diminuer la contamination de la glande mammaire lors de la traite. Ils recommandent de nettoyer à l'aide d'une serviette imbibée de solution antiseptique ou encore à l'aide d'un bain de trayon.

L'étude de de Leon et al. (2021) présentée dans la section sur les premiers jets a également évalué l'effet du lavage ainsi que du trempage des trayons avant la traite sur le nombre de bactéries qu'on retrouve dans le lait. Le ratio de probabilités de la diminution des bactéries présentes dans le lait pour le lavage des trayons était de 2,34 et de 2,85 pour le bain de trayons. Ces valeurs étaient toutes deux supérieures à 1 et significatives, ce qui implique que les deux pratiques auraient un effet notable sur le nombre de bactéries retrouvées dans le lait.

**Tableau 6 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le lavage des trayons prétraite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021)**

Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance (95%)	P
2,335	1,077 – 5,063	0,023

L'article présente également l'incidence de plusieurs pratiques sur le CCS, soient les pratiques les plus significativement liées ( $P < 0,2$ ). Le lavage des trayons n'y est pas inscrit puisque ses résultats ne montraient pas de lien étroit à ce niveau. Toutefois, les résultats pour le trempage prétraite montrent que cette pratique aurait un impact sur le CCS. En effet, tel que présenté dans le Tableau 7, le ratio de probabilités est de 4,80. Cette valeur qui est significative et supérieure à un implique que le bain de trayon avant la traite serait une pratique très pertinente au niveau de la réduction des cellules somatiques. Ainsi, pour l'hygiène des trayons avant la traite, c'est le bain de trayons qui serait à prioriser.

**Tableau 7 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le trempage des trayons prétraite et le comptage des bactéries aérobies (APC) et des cellules somatiques dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021)**

Méthode	Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance (95%)	P
APC	2,845	1,310 – 6,179	< 0,01
CCS	4,796	0,631 – 39,236	0,079

### *Assécher les trayons*

Le document de recommandations suggère également d’assécher les trayons à la suite du nettoyage prétraite. Les motifs liés à l’hygiène sont d’enlever les restes de solution du nettoyage et de saletés des trayons, diminuer la quantité de bactéries qui s’y trouvent et de diminuer les possibilités que le manchon trayeur ne glisse du trayon durant la traite, entraînant l’aspiration de contaminants (CEPOQ, 2020).

La même étude que précédemment (Leon et al., 2021) a également étudié l’effet d’essuyer les trayons avec de l’essuie-tout après le lavage ou le trempage des trayons sur le nombre de bactéries présentes dans le lait. Le ratio de probabilités, présenté dans le Tableau 8, est de 4,05. Toutefois, bien que cette valeur soit supérieure à un et significative, la fiabilité de ce résultat est assez basse puisque sur les 160 fermes évaluées, seulement neuf d’entre elles ne pratiquaient pas cette étape. On peut toutefois observer la tendance de la pratique à diminuer le nombre de bactéries du lait.

**Tableau 8 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre assécher les trayons avant la traite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021)**

Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance (95%)	P
4,050	0,815 – 20,134	0,067

### *Après la traite*

Afin de réduire les risques que les bactéries présentes sur les trayons ou dans l'environnement de l'animal ne puissent pénétrer dans la glande mammaire, il est recommandé dans le document de Lactanet de désinfecter les trayons après la traite (CEPOQ, 2020). Selon eux, cette pratique contribuerait également à améliorer l'état des trayons, en plus de désinfecter les potentielles lésions causées par la traite.

Toujours dans l'article de Leon et al. (2021), le trempage des trayons après la traite a été présenté parmi les pratiques qui pouvaient être liées à une diminution du nombre de bactéries dans le lait. Tel que présenté dans le Tableau 9, le ratio de probabilités est de 3,51. Cette valeur étant supérieure à un et significative, le bain de trayon après la traite est donc une pratique importante afin de réduire les bactéries du lait. Du côté des cellules somatiques, les données n'ont pas donné de corrélation significative dans le cadre de cette étude. Ainsi, les données de cet article suggèrent que le trempage des trayons après la traite n'est pas une méthode très efficace pour diminuer le CCS, bien que la possibilité qu'elle le soit ne peut être exclue.

**Tableau 9 - Associations inconditionnelles ( $P < 0.2$ ) entre le bain de trayon post-traite et le comptage des bactéries aérobies (APC) dans des échantillons de lait de chèvre (adapté de de Leon et al., 2021)**

Ratio de probabilités (OR)	Intervalle de confiance (95%)	P
3,505	1,686 – 7,285	< 0,01

Chatelin et al. (2001), étude présentée dans la section sur l'ordre de traite, a également évalué l'efficacité de la désinfection des trayons après la traite. Le risque relatif de retrouver des chèvres saines dans le troupeau lorsqu'on applique cette pratique est de 0,78, celui de retrouver des chèvres infectées par un pathogène mineur est de 1,05 et celui pour les pathogènes majeurs est de 1,12. Ces résultats montrent donc que les chances de trouver des animaux sains diminuent lorsqu'on pratique le bain de trayons post-traite et que cette pratique fait augmenter les chances de trouver des pathogènes dans le lait. La valeur pour les pathogènes majeurs n'est toutefois pas significative. Selon l'analyse des auteurs, les résultats obtenus ont montré que cette pratique est surtout pertinente pour les troupeaux faiblement atteints de mammites. Ainsi, cette pratique ne serait pas nécessairement associée à une diminution des pathogènes du lait dans un troupeau majoritairement

atteint. Toutefois, les fermes sélectionnées par l'étude présentaient toutes des problèmes au niveau du CCS, ce qui implique que la pratique n'était pas efficace dans leur cas. Les bains de trayons post-traite seraient donc une méthode de prévention des nouvelles infections pour les troupeaux relativement peu infectés.

### **Risques relatifs d'infections présumées sur l'ensemble de la lactation pour la désinfection des trayons après la traite (adapté de Chatelin et al., 2001)**

<b>% présumés sains</b>	<b>% infections présumées pathogènes mineurs</b>	<b>% infections présumées pathogènes majeurs</b>
0,78*	1,05*	1,12

\* =  $p < 0,05$

#### *Différentes techniques employées*

Dans cette section sur l'hygiène des trayons, seule la pratique du bain de trayon avant la traite s'est montrée significativement efficace pour réduire le CCS. Toutefois, les autres pratiques ont chacune montré leur pertinence pour réduire les quantités de bactéries retrouvées dans le lait. Pour son efficacité au niveau des bactéries et des cellules somatiques, le trempage des trayons avant la traite reste toutefois la pratique la plus pertinente. Bien que le fait d'assécher les trayons ne se soit pas démarqué dans cette étude, cette pratique va de pair avec le bain de trayon afin de s'assurer que le produit utilisé ne se retrouve pas dans le lait. Le lavage des trayons trouve tout de même sa pertinence dans les cas où ces derniers sont particulièrement souillés, mais il n'est pas nécessaire de l'appliquer systématiquement lorsque le trempage des trayons est fait avant la traite.

#### **Retour sur la pertinence des pratiques d'hygiène**

Les principales pratiques d'hygiènes entourant la traite ont été analysées dans les sections précédentes. Pour chacune d'entre elles ont été présentées des données sur leur effet sur les bactéries du lait. Toutefois, pour l'ordre de traite et l'hygiène des mains du trayeur, aucun article scientifique traitant de l'impact sur le CCS n'a pu être trouvé.

L'analyse globale des résultats porte à recommander le rejet des premiers jets et le trempage des trayons avant la traite comme pratiques prioritaires afin de diminuer le CCS du lait de chèvre. L'ordre de traite et le lavage des mains du trayeur seraient des pratiques à analyser et à considérer

puisque'ils présentent tous deux des effets bénéfiques sur les quantités de bactéries *S. aureus* retrouvées dans le lait mais n'ont pas été évaluées par rapport à leur effet sur les cellules somatiques. Tel que mentionné précédemment, le lavage des trayons n'est pas la pratique la plus pertinente pour réduire le CCS, mais reste important lorsque les trayons sont sales. De plus, à la vue des études présentées, le trempage des trayons après la traite ne fait pas partie des pratiques à prioriser afin de réduire efficacement le CCS du lait. Enfin, assécher les trayons serait avant tout une pratique complémentaire au bain de trayon et le port de gant serait complémentaire à la désinfection des mains entre chaque animal, ces pratiques ne s'étant pas particulièrement démarquées pour leur efficacité.

## Conclusion

Les cellules somatiques retrouvées dans le lait de chèvre engendrent des problématiques, tant pour la compréhension de la santé des animaux que pour la transformation des produits. Peu de professionnels se penchent sur le sujet et plusieurs pratiques sont tirées des recommandations faites pour les vaches, malgré les différences fondamentales entre les deux espèces. Bien que l'infection mammaire ne soit pas la seule cause des variations des cellules somatiques, son contrôle reste pertinent pour diminuer le CCS, en plus d'affecter positivement la conservation des produits. Afin de la contrôler, certaines pratiques telles que l'hygiène lors de la traite sont suggérées. Pour favoriser l'application de ces pratiques par les producteurs, le présent rapport a donc comparé les suggestions faites par les principaux agents du domaine dans un document de recommandations (CEPOQ, 2020). Celles qui se sont le plus démarquées pour leur effet de réduction du CCS sont le rejet des premiers jets ainsi que le bain de trayons avant la traite. Bien que les autres pratiques recommandées soient elles aussi pertinentes à appliquer, il serait préférable de se concentrer sur la promotion de ces deux recommandations afin d'assurer leur application dans la majorité des fermes du Québec. La production laitière caprine est un domaine qui présente son lot de défi pour les producteurs qui sont surchargés. Le besoin réside donc dans les suggestions claires, efficaces et les plus simples possibles, considérant qu'ils ne peuvent se permettre de prendre plus de travail qu'ils n'en ont déjà. L'instauration de ces pratiques pourrait avoir un impact important, non seulement pour l'amélioration de la santé des animaux et l'augmentation de leur productivité, mais également sur l'intérêt des acheteurs pour le produit qui serait alors plus facile à transformer. L'industrie laitière caprine gagnerait certainement d'une meilleure compréhension des mécanismes de la chèvre et de la diminution du CCS du lait. Pour ce faire, il faut donc poursuivre les recherches sur la chèvre laitière et améliorer les pratiques mises en place en suivant les besoins des producteurs, des acheteurs, mais avant tout, des chèvres.



## Liste bibliographique

- Ágredo-Campos, ÁS., JA. Fernández-Silva, et NF. Ramírez-Vásquez. (2023). Staphylococcus aureus, Escherichia coli, and Klebsiella spp. prevalence in bulk tank milk of Colombian herds and associated milking practices. *Veterinary World*, 16, 869–881. [www.veterinaryworld.org/Vol.16/April-2023/26.pdf](http://www.veterinaryworld.org/Vol.16/April-2023/26.pdf)
- Anderson, K.L., Correa, M.T., Kearns, R. et Lyman, R. (2018). Staphylococci in dairy goats and human milkers, and the relationship with herd management practices. *Small Ruminant Research*, 171, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.021>
- Arce, C., Jiménez-Granado, R., Rodríguez-Estévez, V. et Sánchez-Rodríguez, M. (2014). Factors affecting somatic cell count in dairy goats: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12, 133-150. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014121-3803>
- Baudry, C. et Perrin, Gg. (2020). Numérations cellulaires du lait de chèvre. *Le Lait*, 73 : 489-497. <https://hal.science/hal-00929362>
- Bergonier, D., Berthelot, X., de Crémoux, R., Lagriffoul, G. et Rupp, R. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. *Vet. Res*, 34 : 689-716. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003030>
- CEPOQ. (2020). Bonnes pratiques entourant la traite. *Lactanet*. <https://lactanet.ca/wp-content/uploads/2021/01/chevres-brebis-ficha-2-bonnes-pratiques-10.pdf>
- Clark, S., Mora Garcia, M. B. (2017). A 100-Year Review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*, 100, 10026- 10044. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>
- Chatelin, Y-M., de Crémoux, R. et Heuchel, V. (2001). Évaluation de stratégies de contrôle des comptages de cellules somatiques des laits de mélange en élevage caprin. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*. 3R 2001 - Séance : 0105. Pathologie. <https://www.journees3r.fr/spip.php?article675>
- Contreras, A., Corrales, J.C., Luengo, C. et Sánchez, A. (2002). The role of intramammary pathogens in dairy goats. *Livestock Production Science*, 79, 273 – 283. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00172-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00172-0)
- de Leon, C. M. G. C., Lopes, W. D., Givisiez, P. E. N., Gonzaga Neto, S., Monte, D. F. M. d., Moura, J. F. P. d., Oliveira, C. J. B. d., Pereira, W. E., Queiroga, R. d. C. R. d. E. et Silva, N. M. V. d. (2021). Logistic regression model reveals major factors associated with total bacteria and somatic cell counts in goat bulk milk. *Small Ruminant Research*, 198, 921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106360>
- Dufour, S., I.R. Dohoo, H.W. Barkema, L. DesCôteaux, T.J. DeVries, K.K. Reyher, J.P. Roy, et D.T. Scholl. (2012). Manageable risk factors associated with the lactational incidence, elimination, and prevalence of Staphylococcus aureus intramammary infections in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 1283–1300. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4711>

- Duplessis, M., Cinq-Mars, D., Brunelle, C., Kouaouci and Lefebvre, D.M. (2018). Comparison of milk components between mid-infrared spectroscopy calibrated with cow milk and reference methods of goat milk bulk tank samples. American Dairy Science Association. Annual Meeting. June 24-27.
- Haenleil, G.F.W. (2002). Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research*, 45, 163-178.  
[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00097-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00097-4)
- Leboeuf, A. (2016). Chapitre 8 – Santé. Dans *L'élevage de la chèvre* (p. 265-330). Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec [CRAAQ].
- Légis Québec. (2024). Règlement sur la production et la mise en marché du lait de chèvre. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale.  
[https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/M-35.1.%20r.%20163.2#:~:text=Le%20lait%20ne%20peut%20contenir,lait%20\(CS%2Fml\)](https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/M-35.1.%20r.%20163.2#:~:text=Le%20lait%20ne%20peut%20contenir,lait%20(CS%2Fml))
- Michaud, E. (2014). Comment réduire le comptage des cellules somatiques. *Valacta*.  
[https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2014/Conferences\\_INPACQCaprins/commentreduirelecomptagedescellules\\_somatiques\\_Partie2.pdf](https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2014/Conferences_INPACQCaprins/commentreduirelecomptagedescellules_somatiques_Partie2.pdf)
- Ontario Veterinary Medical Association. Aperçu des cas de mammite chez les moutons et les chèvres. Farmed Animal Antimicrobial Stewardship.  
<https://www.amstewardship.ca/fr/faast-reviews/sheep-and-goat-industry/aperçu-des-cas-de-mammite-chez-les-moutons-et-les-chevres>
- Puerta, P.T. (2023). Qu'est-ce que les cellules somatiques? Points importants chez les petits ruminants. *About small ruminants*.  
<https://aboutsmallruminants.com/fr/cellules-somatiques-brevis-chevre/>
- Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec [RMAAQ]. (2024). Homologation des modifications de la Convention de mise en marché du lait entre Les Producteurs de lait du Québec et Agropur coopérative. Gouvernement du Québec.  
<https://services.rmaa.q.gouv.qc.ca/DocuCentre/Decision/2024/12527.pdf>
- Réseau canadien de recherche sur la mammite. Faculté de médecine vétérinaire.  
<https://fmv.umontreal.ca/recherche/unites-de-recherche/unite/ur/ur13924/sg/R%C3%A9seau%20canadien%20de%20recherche%20sur%20la%20mammite%20bovine%20et%20la%20qualit%C3%A9%20du%20lait>
- Sanz Franco, M. Á. (2021). Notions de base sur le pis : quel est son fonctionnement ? *About small ruminants*.  
<https://aboutsmallruminants.com/fr/pis-mouton-chevre-anatomie-physiologie>