

Vaches laitières: assainissement des troupeaux contaminés par *Staphylococcus aureus* GTB

Hans U. Graber

Agroscope, 3003 Berne, Suisse

Renseignements: Hans-Ulrich Graber, e-mail: hansulrich.graber@agroscope.admin.ch



Dans les régions alpines, les vaches laitières sont particulièrement touchées par les maladies du pis provoquées par *Staphylococcus aureus* GTB. (Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

Introduction

La mammite est la maladie des vaches la plus répandue dans le monde et entraîne les coûts liés à la maladie les plus élevés dans la production de bovins laitiers (Ruegg 2003; Seegers *et al.* 2003). En Suisse, les coûts totaux liés à la mammite s'élèvent à environ 130 millions de francs par an, dont 89 millions sont imputables aux maladies infectieuses de la mamelle (Heiniger *et al.* 2014). En Allemagne, les mammites sont les causes les plus fréquentes de réforme des vaches en première lactation (Brade et Brade 2007). La plupart de ces pertes sont directement liées à l'infection des quartiers de la mamelle causée par *Staphylococcus aureus* (*Staph. aureus*). En Suisse, c'est

l'un des pathogènes de la mammite les plus importants avec une fréquence de 14 % à l'échelle des vaches et de 57 % à l'échelle du troupeau (Kretzschmar *et al.* 2013; Schaellibaum 1999). Cet agent pathogène cause habituellement une mammite chronique subclinique chez une ou plusieurs vaches d'un même troupeau (Sears et McCarthy 2003). Bien que les altérations cliniques soient généralement discrètes, les taux de guérison sont faibles, avec une moyenne de 30 % pour le traitement aux antibiotiques (Gruet *et al.* 2001; Nickerson 1993). Pour couronner le tout, le diagnostic de *Staph. aureus* par le biais de l'examen bactériologique classique

d'échantillons de lait des différents quartiers n'est pas satisfaisant, puisque dans les conditions de routine, en moyenne 25 % des résultats sont des faux négatifs (Sears *et al.* 1990; Studer *et al.* 2008); ce pourcentage peut aller jusqu'à 79 % dans certains cas (Studer *et al.* 2008). Étant donné ces résultats, le diagnostic qu'un quartier est effectivement négatif au *Staph. aureus* ne peut être suffisamment sûr que si au moins trois échantillons de lait consécutifs sont analysés et que tous sont négatifs. Sachant qu'il est généralement trop cher et trop long de prélever trois échantillons, les quartiers ne sont généralement testés qu'une seule fois. Cependant, c'est l'une des principales raisons pour lesquelles la lutte contre les infections de la mamelle liées à *Staph. aureus* a souvent été jusqu'à présent insatisfaisante.

Génotypes du *Staph. aureus* bovin

Dans une première étude (Fournier *et al.* 2008), 17 génotypes ont été trouvés avec l'espaceur ribosomal PCR (RS-PCR), les génotypes B (GTB) et C (GTC) étant prédominants: 81 % des isolats de *Staph. aureus* provenant d'échantillons de lait envoyés pour analyse à un laboratoire de diagnostic. Les autres génotypes (GTOG) étaient rares et ne représentaient que 1 à 4 % de tous les isolats. À ce jour, plus de 100 génotypes et variantes de *Staph. aureus* bovin ont pu être identifiés. Ceux-ci ne se limitent plus seulement à la Suisse, mais englobent également des génotypes de *Staph. aureus* bovin du monde entier, en particulier d'Europe (Cosandey *et al.* 2016). Là aussi, le GTB et le GTC sont les génotypes les plus courants, avec le GTR (Cosandey *et al.* 2016). Alors que les GTC et GTR sont présents dans toute l'Europe, le GTB se retrouve dans les pays voisins de la Suisse: Autriche, Italie, France, Belgique, sud et centre de l'Allemagne (Cosandey *et al.* 2016).

Les génotypes présentent un profil génétique de virulence spécifique (Cosandey *et al.* 2016; Fournier *et al.* 2008). Le *Staph. aureus* GTB contient notamment les entérotoxigènes *sea*, *sed*, *sej* et *ser* et présente une mutation ponctuelle typique du gène *lukE* (*lukEB*; Cosandey *et al.* 2016; Fournier *et al.* 2008; Graber *et al.* 2009; Hummerjohann *et al.* 2014). Au contraire, le *Staph. aureus* GTC possède typiquement les entérotoxigènes *sec*, *seg*, *sei* et *tst* et est *lukEB* négatif. En outre, il existe d'autres différences génétiques entre les deux génotypes (Cosandey *et al.* 2016; Fournier *et al.* 2008; Leuenberger *et al.* 2019), mais aussi des différences importantes au niveau génomique (Sartori *et al.* 2017). Quant aux autres génotypes, leurs différences génétiques et génomiques sont considérables et hétérogènes (Fournier *et al.* 2008; Sartori *et al.* 2017).

Résumé

La mammite est la maladie la plus fréquente chez les vaches et entraîne en Suisse des coûts très élevés à la charge de l'industrie laitière. L'agent pathogène *Staphylococcus aureus* génotype B (GTB) est en grande partie responsable de cette situation. Contrairement à tous les autres génotypes de *Staphylococcus aureus*, le génotype B est contagieux et entraîne donc des problèmes dans les troupeaux, en particulier sur les alpages. En plus, *Staphylococcus aureus* GTB a pour particularité de produire dans certaines conditions des entérotoxines qui provoquent des intoxications alimentaires chez les humains. Les fromages contenant ces toxines doivent être incinérés, ce qui entraîne des pertes très importantes dans l'économie alpestre. Afin d'éradiquer *Staphylococcus aureus* GTB au niveau du troupeau, Agroscope a développé un test qPCR hautement spécifique et sensible pour la détection de ce pathogène dans le lait et a mis au point une méthode d'assainissement très efficace et sûre des troupeaux infectés. Cette méthode unique au monde avec une analyse qPCR spécifique au génotype représente une percée dans la lutte contre *Staphylococcus aureus* en tant qu'agent pathogène des infections contagieuses de la mamelle. Dans le cadre d'un essai d'Agroscope, tous les troupeaux infectés par le GTB ont été complètement et durablement assainis en neuf mois. Quelque 93 % de toutes les vaches positives au GTB ont été guéries et les nombres de cellules dans le lait considérablement réduits. Au Tessin, où ce problème est très marqué, la méthode a été appliquée avec succès. Le taux d'infection des vaches a été réduit de 10 à 0,3 % et les troupeaux assainis sont restés exempts de GTB après le traitement.

Un assainissement réussi repose sur le respect strict des cinq piliers suivants:

1. Test qPCR très sensible et hautement spécifique au GTB;
2. Application stricte des mesures obligatoires à la ferme telles que la traite des vaches réparties en groupes de traite et nettoyage complet de l'équipement de traite deux fois par jour;
3. Analyse du lait de chaque vache tous les mois au moyen du test qPCR et adaptation des groupes de traite;
4. Choix de l'antibiotique pour le traitement des vaches positives au GTB sur la base d'analyses complètes du génome;
5. Thérapie et implication vétérinaire.

Les génotypes diffèrent considérablement de par les caractéristiques cliniques des mammites qu'ils provoquent. Le *Staph. aureus* GTB est contagieux: jusqu'à 100 % des vaches d'un troupeau laitier présentent une infection par ce pathogène (prévalence médiane des vaches = 47 %), sachant que normalement deux quartiers et plus de la mamelle d'une vache sont infectés (Cremonesi et al. 2015; Fournier et al. 2008; Graber et al. 2009; Sartori et al. 2018a; van den Borne et al. 2017). Par contre en Suisse, les *Staph. aureus* GTC et GTOG provoquent toujours une infection d'un seul quartier chez les vaches atteintes (Fournier et al. 2008; Graber et al. 2009). Les maladies du pis liées à *Staph. aureus* GTB sont présentes dans toute la Suisse, mais les régions alpines sont particulièrement touchées (Cosandey et al. 2016). En Suisse, 10,3 % en moyenne des troupeaux de vaches laitières sont ainsi infectés par le GTB, ce qui représente environ 2000 exploitations (Cosandey et al. 2016). D'autres études ont également montré que l'alpage lui-même était le plus grand facteur de risque pour une infection des vaches par le *Staph. aureus* GTB (Berchtold et al. 2014; van den Borne et al. 2017; Voelk et al. 2014): le risque à l'alpage est 10,2 fois supérieur à celui existant en plaine (Berchtold et al. 2014). Cette situation est due au fait que des vaches qui viennent de différentes exploitations (dont certaines sont infectées par le GTB) sont réunies sur un même alpage et qu'elles sont ensuite mélangées pendant la traite. L'infection se propage alors exclusivement par l'unité trayeuse contaminée par le GTB (Leuenberger et al. 2019). À la fin de l'été, le nombre de vaches infectées est en moyenne 2,64 fois plus élevé qu'au début de la saison d'estivage (Voelk et al. 2014). Sur un alpage, le nombre de vaches infectées par le GTB est passé de 8 % (au début) à 34 % (à la fin), sur un autre de 39 % à 72 % (Voelk et al. 2014), avec pour conséquence qu'à la fin de l'estivage, chaque exploitant, même ceux qui n'avaient que des vaches négatives au GTB avant la montée à l'alpage, ramenait souvent des vaches positives en plaine. Un autre facteur de risque est l'achat de vaches (Berchtold et al. 2014).

Les vaches infectées par le GTB présentent généralement un nombre beaucoup plus élevé de cellules somatiques (SCC) dans le lait (médiane = 990 000 cellules/ml), ce qui est une indication de mammite. On observe également une augmentation des SCC avec les GTC et les GTOG, certains génotypes de ces derniers présentant toutefois un nombre normal de SCC (< 100 000 cellules/ml) et étant donc apathogènes (Fournier et al. 2008); autrement dit, ces génotypes infectent certes le quartier du pis, mais sans causer d'inflammation (mammite).

Dans les troupeaux infectés par *Staph. aureus* GTB, un plus grand nombre de vaches (> 20 %) présentent tou-

jours des SCC élevés (> 150 000 cellules/ml). De plus, dans ces exploitations, les streptocoques et les autres staphylocoques sont plutôt rares comme agents pathogènes de mammites (Michel et al. 2011). La combinaison de ces trois observations est un indice important qu'il y a dans cette exploitation un problème de troupeau causé par *Staph. aureus* GTB (Michel et al. 2011). Le fait que les vaches qui ont récemment vêlé – aussi longtemps qu'elles ne sont pas traitées avec les vaches plus âgées – sont exemptes de GTB (Abb-Schwedler et al. 2014; Gucione et al. 2014) est important pour le maintien du patrimoine génétique du troupeau, car les animaux positifs peuvent être remplacés par la relève issue du propre élevage de l'exploitation. Par conséquent, les lignées de vaches ayant des caractéristiques génétiques positives sont préservées et le remplacement par des vaches étrangères, potentiellement positives au GTB, peut être évité.

Staph. aureus GTB dans le fromage au lait cru

Comme le *Staph. aureus* GTB est excrété dans le lait et peut donc pénétrer dans les fromageries, il est vraisemblable que ce génotype soit également présent dans le fromage, surtout s'il s'agit de fromage au lait cru (fromage d'alpage!). Le *Staph. aureus* GTB a effectivement été identifié dans 72 % des fromages au lait cru contenant des staphylocoques à coagulase positive; dans environ 50 % des cas, seul ce génotype a été trouvé (Hummerjohann et al. 2014). De plus, le *Staph. aureus* GTB et son entérotoxine ont pu être détectés à plusieurs reprises dans des fromages responsables d'intoxications alimentaires chez l'homme (Hummerjohann et al. 2014). Les fromages contenant des entérotoxines doivent être incinérés, ce qui entraîne des pertes très importantes, surtout dans les Alpes, lorsqu'une grande partie de la production doit être détruite. Ces études montrent que la lutte contre le *Staph. aureus* GTB permettrait non seulement de minimiser les dommages économiques élevés, mais aussi d'améliorer sensiblement la sécurité alimentaire des fromages et des produits à base de lait cru.

Avantages de la lutte contre Staph. aureus GTB

Selon l'étude de Heiniger et al. (2014), les mammites infectieuses des bovins représentent un coût d'environ 85 millions de francs par an. Étant donné que les mammites causées par les deux autres agents pathogènes infectieux *Streptococcus agalactiae* et *Mycoplasma bovis* spp. sont actuellement rares ou inexistantes en Suisse, la plupart de ces coûts sont causés par *Staph. aureus* GTB. Une élimination de GTB des troupeaux de vaches laitières présente les avantages suivants:

- Réduction massive des coûts.
- Réduction massive des inflammations du pis et donc amélioration considérable de la qualité du lait, de la santé de la mamelle et de la prise en charge de la douleur.
- Les mammites restantes se limiteraient à un seul quartier sur des vaches isolées.
- Réduction de la consommation d'antibiotiques.
- Les vaches peuvent être traitées pendant un plus grand nombre de lactations, ce qui réduit l'usure des animaux et les coûts de remonte.
- Amélioration considérable de la qualité du fromage et de la sécurité alimentaire des produits à base de lait cru.
- La frustration de nombreux agriculteurs en raison de la qualité insatisfaisante du lait n'a plus lieu d'être.

Méthodes et résultats

Stratégies de lutte

En principe, trois approches différentes sont possibles pour atteindre cet objectif: premièrement le traitement des vaches par des antibiotiques; deuxièmement la vaccination et troisièmement l'assainissement et la surveillance des troupeaux.

Traitement antibiotique

Le résultat du traitement antimicrobien des mammites causées par *Staph. aureus* n'est généralement pas satisfaisant, le taux de réussite étant d'environ 30 % (Gruet *et al.* 2001; Nickerson 1993). Telle était en grande partie l'approche des 50 dernières années, mais elle n'a pas permis de maîtriser le problème (Tschopp *et al.* 2015), bien que de très grandes quantités d'antibiotiques aient été utilisées dans certains cas.

Vaccination

La vaccination contre *Staph. aureus* comme agent pathogène de la mammite chez les vaches a une longue histoire en médecine vétérinaire et de nouveaux essais sont régulièrement publiés, par exemple Daum et Spellberg (2012) et Schukken *et al.* (2014). Malheureusement jusqu'ici, les effets sont encore trop faibles pour que la vaccination contre *Staph. aureus* comme agent pathogène de la mammite puisse être recommandée.

Assainissement du troupeau

L'assainissement des troupeaux atteints de mammites causées par *Staph. aureus* a été décrit pour la première fois par Wilson et Davidson (1961). Leur approche est toujours considérée comme la référence dans le monde entier. Une approche similaire a été développée en Suisse (Kirchhofer *et al.* 2011). Elle met l'accent sur le

triple échantillonnage aseptique de tous les quartiers pour la répartition des animaux en groupes et la traite des vaches selon les groupes. Cependant, l'un des principaux inconvénients de cette approche est l'échantillonnage aseptique répété de tous les quartiers en lactation, qui prend beaucoup de temps. Un autre inconvénient est que l'analyse des échantillons de lait par bactériologie classique exige beaucoup de travail, de matériel et de temps, d'où des coûts élevés (Sartori *et al.* 2018a). Afin de réduire ces derniers, divers raccourcis ont été opérés par le passé, ce qui a souvent conduit à un résultat insatisfaisant en termes d'assainissement.

Assainissement des troupeaux infectés

Sur la base des réflexions qui précèdent, l'assainissement ainsi que le nouveau test qPCR spécifique au GTB de Sartori *et al.* (2017) nous ont semblé être l'approche la plus prometteuse pour éradiquer le *Staph. aureus* GTB à l'échelle du troupeau. En fait, cette approche a donné de très bons résultats (Sartori *et al.* 2017; Sartori *et al.* 2018a; Sartori *et al.* 2018b). Elle repose sur les bases et la méthode développées ces dernières années par Agroscope sous la direction du Dr. méd. vét. H. U. Graber. La façon de procéder, avec son analyse qPCR spécifique au génotype (Sartori *et al.* 2017), est unique au monde et représente une avancée dans la lutte contre *Staph. aureus* en tant qu'agent pathogène des infections contagieuses de la mamelle. Lors de l'élaboration du procédé d'assainissement, nous nous sommes limités à l'essentiel, afin que les mesures à la ferme soient aussi simples et efficaces que possible et afin de maintenir les coûts d'analyse aussi bas que possible. Le rythme mensuel s'est avéré très efficace et est compatible avec les pesées mensuelles de lait.

Les assainissements ont été si efficaces et durables que toutes les exploitations, même celles qui comptaient plus de 120 vaches ou les exploitations à haute productivité, ont pu être complètement assainies en l'espace de neuf mois et sont restées exemptes de GTB par la suite. Les nombres de cellules ont également pu être abaissés. Le succès thérapeutique était de 93 % (Sartori *et al.* 2018a), toutes les vaches d'une même exploitation ayant été traitées, indépendamment de l'âge et de la période de lactation (Sartori *et al.* 2018a). De plus, le fait que la nouvelle niche libérée par l'élimination de *Staph. aureus* GTB de la glande mammaire n'ait pas systématiquement été réoccupée par d'autres bactéries est important pour la santé de la mamelle (Sartori *et al.* 2018b). Cette approche était également beaucoup moins coûteuse que l'approche précédente qui recourait à la bactériologie classique (Sartori *et al.* 2018a).

Étant donné que le succès de l'assainissement des troupeaux contaminés par le GTB selon Sartori *et al.* a dépassé toutes les attentes, un projet commun d'assainissement (projet pilote) a été lancé dans le canton du Tessin sous la direction du vétérinaire cantonal (Dr T. Vanzetti, Dr L. Bacciarini), la problématique du GTB étant particulièrement importante dans cette région. Le projet a débuté en décembre 2017 et durera jusqu'à la fin de l'année 2020; il est essentiellement financé par l'Office fédéral de l'agriculture (projet de gestion des ressources). Quelque 87 % des producteurs laitiers tessinois participent volontairement au projet. L'étude inclut 165 troupeaux, dont 40 étaient initialement positifs au GTB. Au total, 10 % des vaches allaitantes étaient infectées par le GTB. L'assainissement est effectué conformément à la méthode développée par Sartori *et al.* (Sartori *et al.* 2017; Sartori *et al.* 2018a; Sartori *et al.* 2018b), avec une adaptation minimale aux conditions locales. En mars 2019, après plus d'une année, 0,3 % des vaches seulement sont positives au GTB, elles appartiennent à deux exploitations équipées de robots de traite. Tous les autres troupeaux ont pu être complètement assainis et sont exempts de GTB depuis lors. Dans ces conditions de terrain, le taux de guérison était de 90 % (comm. orale L. Sesso). Il est pratiquement identique (93 %) à celui de Sartori *et al.* (2018a), obtenu dans des conditions légèrement mieux contrôlées. Ce taux de guérison très élevé au Tessin a également permis d'économiser plus de 350 000 francs pour l'élimination des vaches atteintes. Ce succès n'est pas seulement dû à la thérapie, mais est aussi le résultat de tous les efforts déployés (voir ci-dessous «Bases de l'assainissement des troupeaux contaminés par le GTB») ! En outre, seules des vaches négatives au GTB ont été admises dans les alpages en été 2018 au Tessin, ce qui a nécessité l'examen des vaches en provenance d'autres cantons. Cette méthode a fait ses preuves, car toutes les vaches estivées sont restées négatives au GTB (comm. orale L. Sesso) !

L'assainissement avec le nouveau diagnostic qPCR est basé sur une analyse initiale du lait de la citerne (BTM) afin de détecter les *Staph. aureus* GTB. Si le résultat est positif, un échantillon est prélevé individuellement sur toutes les vaches en lactation (quatre quartiers), qui sont réparties en trois groupes et traitées en conséquence (Sartori *et al.* 2018a). Le prélèvement d'échantillons sur les vaches est répété tous les mois et la répartition en groupes ajustée en fonction des résultats du qPCR jusqu'à ce que toutes les vaches soient, au minimum, deux fois négatives au GTB. Le troupeau est ensuite surveillé au moyen d'analyses BTM du lait pendant cinq mois.

Conclusions et recommandations

Bases de l'assainissement des troupeaux contaminés

Un assainissement réussi repose sur le respect strict des cinq piliers suivants:

1. Test qPCR très sensible et spécifique au GTB, qui détecte toutes les vaches de manière très fiable et permet de les répartir dans le groupe de traite approprié

Le test selon Sartori *et al.* (Sartori *et al.* 2017) est très spécifique pour le *Staph. aureus* GTB. Il permet donc le prélèvement PROPRE (= nettoyage standard pour la traite) d'échantillons de lait des quatre quartiers de la mamelle au lieu de la collecte aseptique d'un seul quartier, ce qui simplifie massivement le prélèvement: une personne peut prélever des échantillons sur plus de 120 vaches pendant la traite sans perturber son déroulement.

Le test est si sensible (Boss *et al.* 2011; Sartori *et al.* 2017) qu'il peut détecter une vache GTB positive dans le lait BTM d'au moins 138 vaches. Le test convient donc bien pour une première évaluation (BTM; le troupeau est-il positif au GTB?), pour l'examen des vaches individuelles pendant l'assainissement ainsi que pour le suivi du troupeau une fois l'assainissement terminé (BTM).

2. Mesures à la ferme

On distingue les mesures obligatoires et les mesures recommandées.

Mesures obligatoires (classées par ordre d'importance):

- Ordre de traite strict: **groupe 1** (GTB-négatif) → **groupe 2** (GTB-incertain) → **groupe 3** (GTB-positif).
- Après chaque traite, nettoyage complet de l'installation de traite conformément aux instructions du fabricant. Ce nettoyage permet d'éliminer complètement le *Staph. aureus* GTB des manchons trayeurs (Leuenberger *et al.* 2019).
- Matériel jetable (p. ex. laine de bois ou lingettes désinfectantes humides ou les deux) pour nettoyer la mamelle et les trayons avant la traite.
- Désinfection des trayons après la traite avec un désinfectant à base d'iode.
- Entretien de l'installation de traite une fois par an par un spécialiste.

Mesures recommandées:

- Porter des gants lors de la traite.
- Tirage des premiers jets dans un gobelet.

- Abattage des vaches résistantes au traitement ou des vaches présentant des affections/problèmes supplémentaires.
- Pas d'abattage de vaches gestantes!

3. Test mensuel des vaches des groupes 1 et 2 par qPCR et mise à jour des groupes en fonction des résultats qPCR

- Prélever un échantillon de lait BTM et le faire analyser à la recherche de *Staph. aureus* GTB dans l'un des laboratoires certifiés d'Agroscope (BAMOS AG, Eolab, IDEXX Diavet AG, labor-zentral.ch AG).
- Si l'échantillon de lait BTM est positif au GTB, un échantillon propre des quatre quartiers de chaque vache en lactation (au plus tôt 14 jours après le vêlage) doit être prélevé et analysé.
- Demander au laboratoire qu'il teste les pools laitiers de dix vaches (économie de coûts). Toutes les vaches du groupe 2 doivent être testées individuellement.
- Répartition dans les groupes:
 - Vaches GTB-négatives $\geq 7-8$ semaines en lactation → **Groupe 1**.
 - Vaches GTB-négatives < 7 semaines en lactation → **Groupe 2**; si elles sont GTB-négatives à la prochaine analyse → **Groupe 1**.
 - Vaches GTB-positives → **Groupe 3**.
 - Vaches après traitement GTB → Groupe 2; si GTB-négatives 2x consécutives → **Groupe 1**. Premier prélèvement une semaine après le délai d'attente officiel du médicament.
 - Les vaches qui ont vêlé récemment, achetées ou de retour de l'alpage, commencent toujours dans le **groupe 2**.
- Toutes les vaches en lactation, sauf celles du groupe 3, sont examinées tous les mois. La répartition dans les groupes est adaptée chaque mois sur la base des nouveaux résultats de qPCR et du schéma ci-dessus. Si les vaches du groupe 1 sont négatives au GTB deux fois de suite, il n'est plus nécessaire de prélever d'échantillons supplémentaires.
- L'assainissement est terminé lorsque toutes les vaches ont été testées négatives au GTB au moins deux fois consécutives (y compris celles qui sont encore taries et qui mettront bas et ne pourront être soumises à des analyses que plus tard).
- Après l'assainissement, les troupeaux sont surveillés à l'aide d'analyses mensuelles BTM pendant au moins cinq mois. Il est fortement recommandé de poursuivre les analyses BTM du lait par la suite, afin de pouvoir intervenir immédiatement si une ou plusieurs vaches sont à nouveau infectées.

4. Choix de l'antibiotique

L'antibiotique a été choisi principalement sur la base des analyses génomiques de *Staph. aureus* GTB et de diverses autres souches de *Staph. aureus* (Sartori *et al.* 2017; Sartori *et al.* 2018a). Il s'est avéré que les génomes de *Staph. aureus* GTB ne contenaient pas de gènes de résistance aux aminoglycosides (Sartori *et al.* 2017; Sartori *et al.* 2018a). C'est la raison pour laquelle un médicament contenant des aminoglycosides (Ubrolexin®) a été utilisé pour traiter les vaches infectées par le GTB.

5. Thérapie et implication vétérinaire (classées par ordre d'importance)

- Le ou la vétérinaire doit convaincre l'agriculteur/-trice d'appliquer strictement les mesures obligatoires à la ferme (en particulier l'ordre de traite et nettoyage de l'installation de traite!).
- Le ou la vétérinaire montre à l'agriculteur/-trice comment mettre en place un ordre de traite dans l'exploitation! Cette solution est clairement indiquée pour les stabulations entravées. Pour les stabulations libres, plusieurs solutions sont possibles:
 - Séparation spatiale: les trois groupes sont séparés dans l'étable par des barres.
 - Séparation temporelle: toutes les vaches des groupes 2 et 3 sont attachées avant la traite.
 - Unités trayeuses séparées: le **groupe 1** est traité avec les **unités trayeuses ordinaires de la salle de traite**; les vaches des groupes 2 et 3 sont traitées avec des unités trayeuses séparées: les **vaches et le pot trayeur du groupe 2 sont marqués en orange**, les **vaches et le pot trayeur du groupe 3 en rouge**.
 - Pour l'assainissement des exploitations équipées de robots de traite, la procédure doit être adaptée. Des études correspondantes sont en cours, les premiers résultats sont prometteurs (L. Sesso, comm. orale).
 - Après l'analyse mensuelle, le ou la vétérinaire remet à l'agriculteur/-trice une liste de toutes les vaches en lactation avec la nouvelle répartition des groupes (vaches signalées par du **vert**, de l'**orange** ou du **rouge**) et ses prescriptions.
- Traitement intra-mammaire: sur une période de cinq jours, traiter tous les quartiers d'une vache une fois par jour avec un injecteur d'Ubrolexin® par voie intramammaire (20 injecteurs par vache au total).
- Traitement échelonné si nécessaire: d'abord les jeunes vaches présentant un SCC bas, puis les vaches plus âgées présentant un SCC élevé.
- Pendant l'assainissement, toutes les vaches ou du moins les vaches initialement positives au GTB sont taries en leur administrant un médicament contenant

de la cloxacilline. Une thérapie préalable supplémentaire n'est pas nécessaire.

- La durée de l'assainissement dépend des objectifs de l'agriculteur/trice, de la taille de l'exploitation et de la fréquence des vaches infectées par le GTB dans l'exploitation. L'assainissement dure entre un et neuf mois, il est généralement terminé au bout de sept mois. ■

Bibliographie

- Abb-Schwedler K., Maeschli A., Boss R., Graber H. U., Steiner A. & Klocke P., 2014. Feeding mastitis milk to organic dairy calves: effect on health and performance during suckling and on udder health at first calving. *BMC Vet. Res.* **10**, 267.
- Berchtold B., Bodmer M., van den Borne B. H., Reist M., Graber H. U., Steiner A., Boss R. & Wohlfender F., 2014. Genotype-specific risk factors for *Staphylococcus aureus* in Swiss dairy herds with an elevated yield-corrected herd somatic cell count. *J. Dairy Sci.* **97** (8), 4886–4896.
- Boss R., Naskova J., Steiner A. & Graber H. U., 2011. Mastitis diagnostics: quantitative PCR for *Staphylococcus aureus* genotype B in bulk tank milk. *J. Dairy Sci.* **94** (1), 128–137.
- Brade E. & Brade W., 2007. Abgangsursachen von Erstkalbskühen in Sachsen. *Tierärztliche Umschau* **62**, 416–422.
- Cosandey A., Boss R., Luini M., Artursson K., Bardiau M., Breitenwieser F., Hehenberger E., Lam T., Mansfeld M., Michel A., Mosslacher G., Naskova J., Nelson S., Podpecan O., Raemy A., Ryan E., Salat O., Zangerl P., Steiner A. & Graber, 2016. *Staphylococcus aureus* genotype B and other genotypes isolated from cow milk in European countries. *J. Dairy Sci.* **99**(1), 529–540.
- Cremones P., Pozzi F., Raschetti M., Bignoli G., Capra E., Graber H. U., Vezzoli F., Piccinini R., Bertasi B., Biffani S., Castiglioni B. & Luini M., 2015. Genomic characteristics of *Staphylococcus aureus* strains associated with high within-herd prevalence of intramammary infections in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **98**(10), 6828–6838.
- Daum, R. S. & B. Spellberg. 2012. Progress toward a *Staphylococcus aureus* vaccine. *Clin. Infect. Dis.* **54**(4), 560–567.
- Fournier C., Kuhnert P., Frey J., Miserez R., Kirchofer M., Kaufmann T., Steiner A. & Graber H. U., 2008. Bovine *Staphylococcus aureus*: association of virulence genes, genotypes and clinical outcome. *Res. Vet. Sci.* **85**(3), 439–448.
- Graber H. U., Naskova J., Studer E., Kaufmann T., Kirchofer M., Brechbuhl M., Schaeren W., Steiner A. & Fournier C., 2009. Mastitis-related subtypes of bovine *Staphylococcus aureus* are characterized by different clinical properties. *J. Dairy Sci.* **92**(4), 1442–1451.
- Gruet, P., P. Maincent, X. Berthelot & V. Kaltsatos. 2001. Bovine mastitis and intramammary drug delivery: review and perspectives. *Adv. Drug Deliv. Rev.* **50**(3), 245–259.
- Guccione J., Cosandey A., Pesce A., Di L. A., Pascale M., Piantedosi D., Steiner A., Ciaramella P. & Graber H. U., 2014. Clinical outcomes and molecular genotyping of *Staphylococcus aureus* isolated from milk samples of dairy primiparous Mediterranean buffaloes (*Bubalus bubalis*). *J. Dairy Sci.* **97**(12), 7606–7613.
- Heiniger D., van den Borne B. H. P., Lechner I., Tschopp A., Strabel D., Steiner A. & Meier H., 2014. Kosten-Nutzen-Analyse einer Intervention zur Verbesserung der Eutergesundheit in Schweizer Milchviehbetrieben. *Schweiz. Arch. Tierheilkd* **156** (10), 473–481.
- Hummerjohann J., Naskova J., Baumgartner A. & Graber, 2014. Enterotoxin-producing *Staphylococcus aureus* genotype B as a major contaminant in Swiss raw milk cheese. *J. Dairy Sci.* **97**(3), 1305–1312.
- Kirchofer M., Kaufmann T., Guelat-Brechbuhl M., Michel A., Syring C. & Bodmer M., 2011. Systematic sanitation of dairy herds with mastitis caused by *Staphylococcus aureus*. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* **153** (8), 361–368.
- Kretzschmar L., van den Borne B. H., Kaufmann T., Reist M., Strabel D., Harisberger M., Steiner A. & Bodmer M., 2013. Mastitis management in Swiss dairy farms with udder health problems. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* **155** (8), 453–462.
- Leuenberger A., Sartori C., Boss R., Resch G., Oechslin F., Steiner A., Moreillon P. & Graber H. U., 2019. Genotypes of *Staphylococcus aureus*: On-farm epidemiology and the consequences for prevention of intramammary infections. *J. Dairy Sci.* **102** (4), 3295–3309.
- Michel A., Syring C., Steiner A. & Graber, 2011. Intramammary infections with the contagious *Staphylococcus aureus* genotype B in Swiss dairy cows are associated with low prevalence of coagulase-negative staphylococci and *Streptococcus* spp. *Vet. J.* **188**(3), 313–317.
- Nickerson S. C., 1993. Preventing new *Staphylococcus aureus* mastitis infections. *Vet. Med.* **33**, 368–373.
- Ruegg P. L., 2003. Investigation on mastitis problems on farms. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **19**(1), 47–73.
- Sartori C., Boss R., Bodmer M., Leuenberger A., Ivanovic I. & Graber H. U., 2018a. Sanitation of *Staphylococcus aureus* genotype B-positive dairy herds: a field study. *J. Dairy Sci.* **101** (9), 8296–8300.
- Sartori C., Boss R., Ivanovic I. & Graber H. U., 2017. Development of a new real-time quantitative PCR assay for the detection of *Staphylococcus aureus* genotype B in cow milk, targeting the new gene adlb. *J. Dairy Sci.* **100** (10), 7834–7845.
- Sartori C., Perreten V., Haerdi-Landerer Ch. & Graber, 2018b. Niche occupation during a sanitation program for the contagious pathogen *Staphylococcus aureus* genotype B. *J. Dairy Sci.* **108** (1), 6897–6914.
- Schaellibaum M. 1999. Mastitis pathogens isolated in Switzerland, 1987–1996. *IDF Mastitis Newsletter* **23**, 14.
- Schukken Y. H., Bronzo V., Locatelli C., Pollera C., Rota N., Casula A., Testa F., Scaccabarozzi L., March R., Zalduendo D., Guix R. & Moroni P., 2014. Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *J. Dairy Sci.* **97**(8), 5250–5264.
- Sears P. M. & McCarthy K. K., 2003. Management and treatment of staphylococcal mastitis. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **19**(1), 171–185.
- Seegers H., Fourichon Chr. & Beaudou F., 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* **34**, 475–491.
- Sears P. M., Smith B. S., English P. B., Herer P. S. & Gonzalez R. N., 1990. Shedding pattern of *Staphylococcus aureus* from bovine intramammary infections. *J. Dairy Sci.* **73**(10), 2785–2789.
- Stärk K. D., Frei-Staheli C., Frei P. P., Pfeiffer D. U., Danuser J., Audige L., Nicolet J., Strasser M., Gottstein B. & Kihm U., 1997. Frequency and cost of health problems in Swiss dairy cows and their calves (1993–1994). *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* **139**(8), 343–353.
- Studer E., Schaeren W., Naskova J., Pfaeffli H., Kaufmann T., Kirchofer M., Steiner A. & Graber H. U., 2008. A longitudinal field study to evaluate the diagnostic properties of a quantitative real-time polymerase chain reaction-based assay to detect *Staphylococcus aureus* in milk. *J. Dairy Sci.* **91**(5), 1893–1902.
- Tschopp A., Reist M., Kaufmann T., Bodmer M., Kretzschmar L., Heiniger D., Berchtold B., Wohlfender F., Harisberger M., Boss R., Strabel D., Cousin M. E., Graber H. U., Steiner A. & van den Borne, 2015. A multiarm randomized field trial evaluating strategies for udder health improvement in Swiss dairy herds. *J. Dairy Sci.* **98**(2), 840–860.
- van den Borne B. H. P., Graber H. U., Voelk V., Sartori C., Steiner A., Haerdi-Landerer M. C. & Bodmer M., 2017. A longitudinal study on transmission of *Staphylococcus aureus* genotype B in Swiss communal dairy herds. *Prev. Vet. Med.* **136**, 65–68.
- Voelk V., Graber H. U., van den Borne B. H., Sartori C., Steiner A., Bodmer M. & Haerdi-Landerer, 2014. A longitudinal study investigating the prevalence of *Staphylococcus aureus* genotype B in seasonally communal dairy herds. *J. Dairy Sci.* **97** (7), 4184–4192.
- Wilson C. D. & Davidson I., 1961. The control of staphylococcal mastitis. *Vet. Rec.* **73**, 321–323.

Remerciements

L'auteur tient à remercier ses anciennes collaboratrices et anciens collaborateurs pour leur excellent travail et leur grand engagement: R. Boss, P. Burgener, A. Cosandey, Chr. Fournier, I. Ivanovic, J. Hummerjohann, A. Leuenberger, A. Michel, J. Naskova, A. Raemy, C. Sartori, E. Studer, C. Syring, R. Trajanoska, A. Wyder.

Riassunto**Vacche da latte: risanamento delle mandrie dallo *Staphylococcus aureus* genotipo B**

La mastite, spesso attribuibile all'agente patogeno *Staphylococcus aureus* genotipo B (GTB), è la malattia più comune nelle vacche e anche in Svizzera comporta costi molto elevati per l'economia lattiera. A differenza di tutti gli altri genotipi di *Staphylococcus aureus*, il GTB è contagioso e dunque causa problemi alle mandrie, soprattutto nelle regioni alpine. In determinate condizioni, il GTB ha inoltre la particolarità di produrre enterotossine che causano intossicazioni alimentari negli esseri umani. I formaggi contenenti l'enterotossina devono essere inceneriti, il che comporta perdite ingenti e ripetute per l'economia alpestre. Al fine di eradicare il GTB dalle mandrie, Agroscope ha sviluppato un test qPCR altamente specifico e sensibile per individuare questo agente patogeno nel latte e ha scoperto come risanare in modo molto efficace e sicuro le mandrie infette. Questo metodo unico al mondo prevede l'analisi qPCR specifica del genotipo e per le mastiti contagiose rappresenta un passo avanti nella lotta contro l'agente patogeno *Staphylococcus aureus*. Nello specifico, uno studio è riuscito a risanare completamente e in modo sostenibile tutte le mandrie infette dal GTB in nove mesi. Il 93 per cento di tutte le vacche positive al GTB è stato curato in modo efficace e il numero di cellule nel latte si è ridotto significativamente. Nel Canton Ticino, in cui il problema del GTB è molto frequente, il metodo ha dato ottimi risultati. Con il progetto di risanamento si è ridotto dal 10 allo 0,3 per cento il tasso d'infezione delle vacche. Dopo il trattamento, nelle mandrie risanate non vi era più traccia di GTB.

Un risanamento efficace dal GTB si basa sulla rigorosa applicazione di cinque principi fondamentali:

1. test qPCR altamente sensibile e specifico per il GTB;
2. applicazione rigorosa delle misure obbligatorie nell'azienda, come la mungitura per gruppo e la pulizia completa degli impianti di mungitura due volte al giorno;
3. esame mensile del latte delle singole vacche con il test qPCR e adeguamento dei gruppi di mungitura;
4. scelta dell'antibiotico per la terapia delle vacche positive al GTB sulla base di analisi genomiche complete;
5. terapia e influenza dei veterinari.

Summary**Dairy cows: sanitising of *Staphylococcus aureus* genotype B-positive herds**

Mastitis is the most common disease of cows, and also leads to very high costs in the Swiss dairy industry. A significant percentage of cases can be traced back to the *Staphylococcus aureus* genotype B (GTB) pathogen. Unlike all other *Staphylococcus aureus* genotypes, this one is infectious, and thus leads to problems in herds, particularly in alpine regions. Moreover, under certain circumstances *Staphylococcus aureus* GTB also produces enterotoxins which cause food poisoning in humans. Cheese containing enterotoxins must be incinerated, which has led time and again to very high losses in the alpine farming sector. In order to stamp out *Staphylococcus aureus* GTB at herd level, Agroscope has developed a highly specific and sensitive qPCR test for detecting this pathogen in milk, as well as a highly efficient and reliable process for sanitising infected herds. The only process of its kind in the world using a genotype-specific qPCR assay, this method represents a breakthrough in the control of *Staphylococcus aureus* as a pathogen of infectious mastitis. In one study, they actually succeeded in completely and sustainably sanitising all GTB-infected herds within nine months, with 93 % of all GTB-positive cows being successfully cured and milk cell counts falling significantly. The procedure was implemented with great success in the canton of Ticino, which has a significant GTB problem. Thanks to the sanitisation project, the rate of infection of the cows in this canton fell from 10 % to 0,3 %. The sanitised herds remained GTB-free after the treatment.

Successful GTB sanitisation is based on strict implementation of the five basic pillars:

1. A highly sensitive, highly GTB-specific qPCR test;
2. Strict application of the compulsory farmyard measures, such as milking by group and thorough cleaning of the milking plant twice daily;
3. Monthly testing of the milk of the individual cows with the qPCR assay and adjustment of the milking groups;
4. Selection of the antibiotic for the treatment of GTB-positive cows on the basis of whole-genome analyses;
5. Treatment and veterinary influence.

Key words: cattle, mastitis, *Staphylococcus aureus*, genotyping, herd sanitation.