

JOURNÉE D'INFORMATION SCIENTIFIQUE – BOVINS LAITIERS ET PLANTES FOURRAGÈRES

Technologies pour détecter le vêlage chez la vache laitière

VÉRONIQUE OUELLET¹, ELSA VASSEUR², XAVIER MALDAGUE³, ÉDITH CHARBONNEAU¹

¹ Département de sciences animales, Université Laval, Québec, Canada

² Centre de recherche en production laitière biologique, Université de Guelph-Campus d'Alfred, Ontario, Canada

³ Département de Génie électrique et de Génie informatique, Université Laval, Québec, Canada

Veronique.ouellet.6@ulaval.ca

Mots clés : vêlage, technologies, vaches laitières

Introduction

Les difficultés au vêlage, aussi appelées dystocies, sont communes en production laitière avec une prévalence se situant entre 28,6 et 51,2 % chez les vaches primipares et entre 10,7 et 29,4 % chez les vaches multipares (Meyer et al., 2001; Lombard et al., 2007). Les dystocies entraînent une gamme de répercussions négatives chez la vache et chez le veau incluant une augmentation de l'incidence de morts à la naissance (Meyer et al., 2000), de la mortalité pendant les 30 premiers jours postpartum (Lombard et al., 2007), une augmentation de la probabilité de l'occurrence des troubles digestifs et respiratoires tant chez la vache que chez le veau, des rétentions placentaires et des maladies utérines chez les vaches (Lombard et al., 2003; Sheldon et al., 2009). Elles sont aussi associées à des pertes économiques pour le producteur de l'ordre de 228 USD par cas (Guard, 2008) qui sont attribuables à une diminution significative de la production laitière (Dematawewa et Berger, 1997), de la fertilité (Tenhagen et al., 2007), de la morbidité chez le veau (Lombard et al., 2007) et de la mortalité chez le veau et chez la vache (Lombard et al., 2007).

Une technologie permettant de prédire précisément le moment du vêlage permet d'assister la vache en cas de besoin et ainsi de minimiser l'impact des dystocies (Streyl et al., 2011; Palombie et al., 2013). Plusieurs technologies permettant de prédire le vêlage sont en cours de développement ou sont récemment disponibles pour les producteurs. Par contre, la performance de la prédiction du vêlage de certaines technologies prometteuses n'est pas toujours disponible. L'objectif de cette expérience était de mesurer la performance de deux technologies non-invasives soit les capteurs de rumination et les accéléromètres pour prédire le vêlage chez la vache laitière et de comparer celle-ci avec les sondes vaginales qui sont une technologie invasive déjà éprouvée. Finalement, les performances des combinaisons des technologies ont aussi été évaluées.

Méthodologie

Pour réaliser cette expérience, quarante-deux vaches Holstein multipares (parité $1,9 \pm 1,6$) vêlant en stabulation entravée ont été munies d'un capteur de rumination, d'un accéléromètre et d'une sonde vaginale 6 ± 3 jours avant la date prédite du vêlage. Ces technologies ont permis de mesurer quatre paramètres : la température vaginale ($^{\circ}\text{C}$), le temps de rumination (min), le nombre d'épisodes de coucher (épisodes) et le temps passé couché (min). La thermographie infrarouge, consistant à une caméra permettant de mesurer la température des animaux de manière non-invasive, a aussi été utilisée. Toutefois, cette technologie est actuellement en développement et les résultats ne sont pas encore disponibles.

Les 120 h de données recueillies pour chaque technologie ont été corrigées pour le moment réel du vêlage défini comme étant le moment de l'expulsion complète de la sonde vaginale hors de l'animal. Les données ont ensuite été résumées sur une base quotidienne (une valeur par jour) et sur une base de 6 h (20 périodes pour totaliser 120 h). Pour chacun des paramètres, la différence entre le résultat d'une période de 6 h et celui de la même période 24 h auparavant a été calculée de manière à éliminer l'impact des variations circadiennes normales dans l'analyse.

La capacité à prédire un vêlage dans les prochaines 24, 12 et 6 h a été mesurée pour chacune des technologies. Cette capacité est évaluée en fonction de la sensibilité, de la spécificité, des valeurs prédictives positives, des valeurs prédictives négatives ainsi que de l'aire sous la courbe. La sensibilité est définie comme la proportion de vêlages correctement prédits par la technologie utilisée. Pour sa part, la spécificité est définie comme la proportion d'absence de vêlage correctement diagnostiquée par la technologie (Burfeind et al., 2011). Les valeurs prédictives positives et négatives sont définies respectivement comme étant la probabilité que la vache vèle dans les prochaines heures alors qu'elle démontre la modification attendue pour le paramètre étudié et comme étant la probabilité que la vache ne vèle pas dans les prochaines heures lorsqu'elle ne démontre pas la modification attendue pour le paramètre étudié (Burfeind et al., 2011). Ainsi, une technologie parfaite aurait une sensibilité, une spécificité et des valeurs prédictives positives et négatives égales à 100 %. L'aire sous la courbe indique la capacité de la technologie à différencier les vaches qui vèleront dans les prochaines heures de celles qui ne vèleront pas (Burfeind et al., 2011). Ainsi, si la technologie permettait de distinguer parfaitement les vaches qui vèleront de celles qui ne vèleront pas, l'aire sous la courbe serait égale à 100 %. Si la technologie ne permettait pas de différencier les deux groupes de vaches l'aire sous la courbe serait alors égale à 50 %. Finalement, une analyse combinant les technologies a été effectuée afin de déterminer s'il est possible d'améliorer la performance de prédiction des vêlages par différentes combinaisons.

Résultats

Les trois technologies utilisées ont permis de détecter des changements à l'approche du vêlage (Tableau 1). En effet, les températures vaginales étaient significativement ($P < 0,05$) plus faibles la journée du vêlage (jour 0) comparativement aux quatre jours précédents. Aucune différence significative n'a d'ailleurs été mesurée entre les températures de ces derniers. Il a donc été possible de mesurer une différence

significative de $0,3 \pm 0,2$ °C ($P < 0,05$) entre le jour du vêlage et la moyenne des quatre jours précédents l'événement.

Le temps de rumination mesuré la journée du vêlage (jour 0) était aussi significativement ($P < 0,05$; Tableau 1) plus faible comparativement aux quatre jours avant la parturition. Une fois de plus, aucune différence significative n'a été mesurée pour ce paramètre dans les quatre jours avant le vêlage. La comparaison de ceux-ci avec les 24 dernières heures avant le vêlage a permis de constater que les vaches ont passé $40,82 \pm 93,99$ min ($P < 0,05$) moins de temps à ruminer dans les heures précédant le vêlage.

Tableau 1. Température vaginale, temps de rumination, épisodes de coucher et temps passé couché pendant les 4 jours avant le vêlage (-4, -3, -2, -1) et les dernières 24 h avant le vêlage (0)

	Jours avant le vêlage					SEM
	-4	-3	-2	-1	0	
Température vaginale (°C)	38,73 ^a	38,77 ^a	38,77 ^a	38,74 ^a	38,45 ^b	0,03
Temps de rumination (min/24 h)	664,53 ^a	657,44 ^a	655,31 ^a	652,97 ^a	616,95 ^b	22,60
Épisodes de coucher ¹ (épisodes/24 h)	8,85 ^c	9,79 ^{bc}	10,38 ^{abc}	11,32 ^{ab}	11,81 ^a	1,05
Temps passé couché (min/24 h)	802,44 ^a	734,23 ^{ba}	760,93 ^{ba}	774,40 ^{ba}	712,94 ^b	41,42

^{a-c} Les moyennes d'une même ligne avec des lettres distinctes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

Le nombre d'épisodes de coucher tendait à augmenter la journée du vêlage de $1,93 \pm 4,89$ épisodes comparativement aux jours précédents (Tableau 1). Sur une base quotidienne le nombre d'épisodes de coucher a commencé à augmenter deux jours avant le vêlage et a atteint un maximum le jour du vêlage. Finalement, le temps passé couché tendait à diminuer le jour du vêlage comparativement aux autres jours de l'expérience. Sur une base quotidienne le temps passé couché a commencé à diminuer trois jours avant le vêlage pour atteindre un minimum la journée du vêlage.

La comparaison des périodes de six heures a permis de déterminer plus précisément à quel moment le changement observé sur une base journalière commençait. La comparaison des périodes pour les températures vaginales a indiqué qu'elles tendaient à être plus faibles dans les trois dernières périodes (-18 à 0 h) avant le vêlage comparativement aux autres périodes. Une température minimale a été atteinte pendant la période de -18 à -12 h avant le vêlage. Pour sa part, le temps de rumination tendait à être plus faible dans la dernière période avant le vêlage (-6 à 0 h). Le nombre d'épisode de coucher tendait à être plus élevé dans la dernière période avant le vêlage (-6 à 0 h). Le temps passé couché est resté constant pendant toutes les périodes avant le vêlage et a atteint un minimum numérique dans la période de -12 à -6 h avant le vêlage.

La capacité de prédiction des vèlages variait entre les technologies prises individuellement. Comme le moment de prédiction optimal (24, 12 ou 6 h) était différent entre les technologies, seuls les meilleurs résultats de chaque technologie sont présentés à la figure 1. Parmi toutes les technologies, c'est la sonde vaginale, permettant de capter les variations de la température interne de la vache, qui a obtenu la meilleure performance pour prédire le vèlage dans les prochaines 24, 12 et 6 h. Effectivement, la sonde vaginale a obtenu une sensibilité, une spécificité, des valeurs prédictives positives et négatives et une aire sous la courbe respectivement de 74, 74, 51, 89 et 80 pour prédire le vèlage dans les 24 prochaines heures lorsqu'une diminution d'au moins 0,12 °C était mesurée. Les performances de la sonde pour prédire le vèlage se sont toutefois détériorées au fur et à mesure qu'on se rapprochait du moment du vèlage.

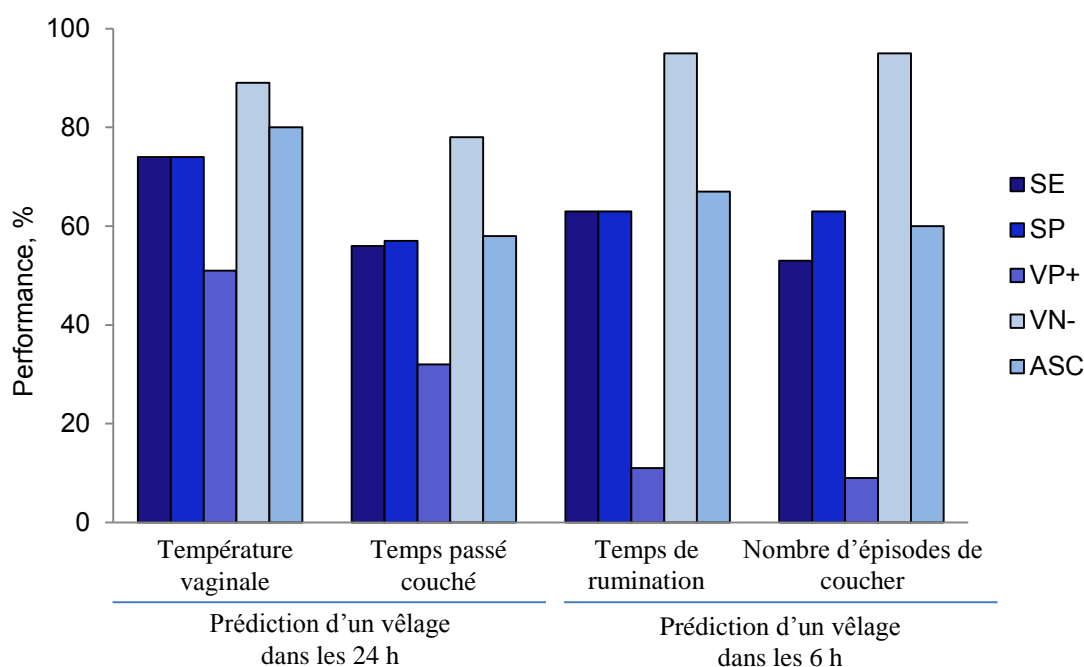


Figure 1. Performance (SE : sensibilité, SP : spécificité, VP+ : valeurs prédictives positives, VN- : valeurs prédictives négatives, ASC : aire sous la courbe) d'une diminution de température vaginale, du temps de rumination, du temps passé couché et d'une augmentation du nombre d'épisodes de coucher pour prédire le vèlage dans les prochaines 24 ou 6 heures

Contrairement à la mesure de température vaginale, les mesures du temps de rumination et du nombre d'épisodes de coucher étaient peu performantes pour prédire un vèlage dans les 24 et dans les douze prochaines heures. Par contre, elles ont obtenues des meilleurs résultats pour une prédiction d'un vèlage dans les six prochaines heures. Effectivement, la mesure d'une diminution du temps de rumination de plus de 12 minutes par 6 h a permis d'obtenir une sensibilité, une spécificité, des valeurs prédictives positives et négatives ainsi qu'une aire sous la courbe respectivement de 63, 63, 11, 95 et 67 (Figure 1). La mesure d'une augmentation de plus d'un épisode de coucher par six heures a permis de prédire le vèlage dans les six prochaines heures avec une sensibilité de 53 %, une spécificité de 63 %, des valeurs prédictives

positives et négatives de 9 et 95 % et une aire sous la courbe de 60 % (Figure 1). Finalement, la mesure du temps passé couché a obtenu des résultats optimaux pour une prédiction du vêlage dans les prochaines 24 heures lorsqu'une diminution de plus de 3 minutes par six heures était enregistrée pour ce paramètre. Une sensibilité de 56 %, une spécificité de 57 %, des valeurs prédictives positives et négatives de 32 et 78 % et une aire sous la courbe de 58 % ont alors été calculées (Figure 1).

La sonde vaginale permet donc une prédiction assez bonne du moment de vêlage, et ce, principalement pour une prédiction dans les 24 prochaines heures. Les autres technologies utilisées sont peu convaincantes. Tel qu'illustré à la figure 1, la principale lacune des technologies se situe au niveau des valeurs prédictives positives qui sont très loin de la valeur optimale qui est de 100 %. Les faibles valeurs prédictives positives se traduisent en un nombre élevé de faux positifs. Les faux positifs ne sont pas souhaitables puisqu'ils représentent une prédiction de vêlage dans les prochaines heures alors que la vache n'a pas vêlé dans l'intervalle prédit. Il était donc intéressant de pousser l'analyse plus loin en vérifiant si la combinaison de différentes technologies permettrait d'améliorer les performances de prédiction des vêlages.

Cette vérification a permis de conclure que de combiner les technologies permet d'améliorer la capacité de prédiction du vêlage comparativement à ce qui avait été mesuré avec les technologies prises individuellement. La combinaison des technologies permet ainsi d'allier la force de chacune d'entre elles. Parmi toutes les combinaisons testées, c'est la combinaison des trois technologies qui est la plus performante pour prédire le vêlage dans les 24, 12 et 6 prochaines. L'amélioration apportée par cette combinaison est d'autant plus marquée pour la prédiction du vêlage dans les six prochaines heures. Cette combinaison a obtenu une sensibilité de 71 %, une spécificité de 71 %, des valeurs prédictives positives et négatives respectivement de 17 et 97 % et une aire sous la courbe de 78 % pour prédire un vêlage dans les 6 prochaines heures (Figure 2), ce qui est supérieur à ce qui avait été mesuré avec la sonde seule pour cet intervalle de temps. Pour sa part, la combinaison incluant les deux technologies non-invasives, tout comme les technologies qui la compose, est plus performante pour prédire le vêlage dans un intervalle de six heures que ce qui a été mesuré pour 24 heures. Les résultats obtenus pour la prédiction du vêlage dans les six prochaines sont d'ailleurs comparables à ceux obtenus avec la combinaison des trois technologies pour cet intervalle de temps. Par contre, les performances de la combinaison des technologies non-invasives restent moindres que celles obtenues pour une prédiction d'un vêlage dans les prochaines 24 heures en utilisant les trois technologies.

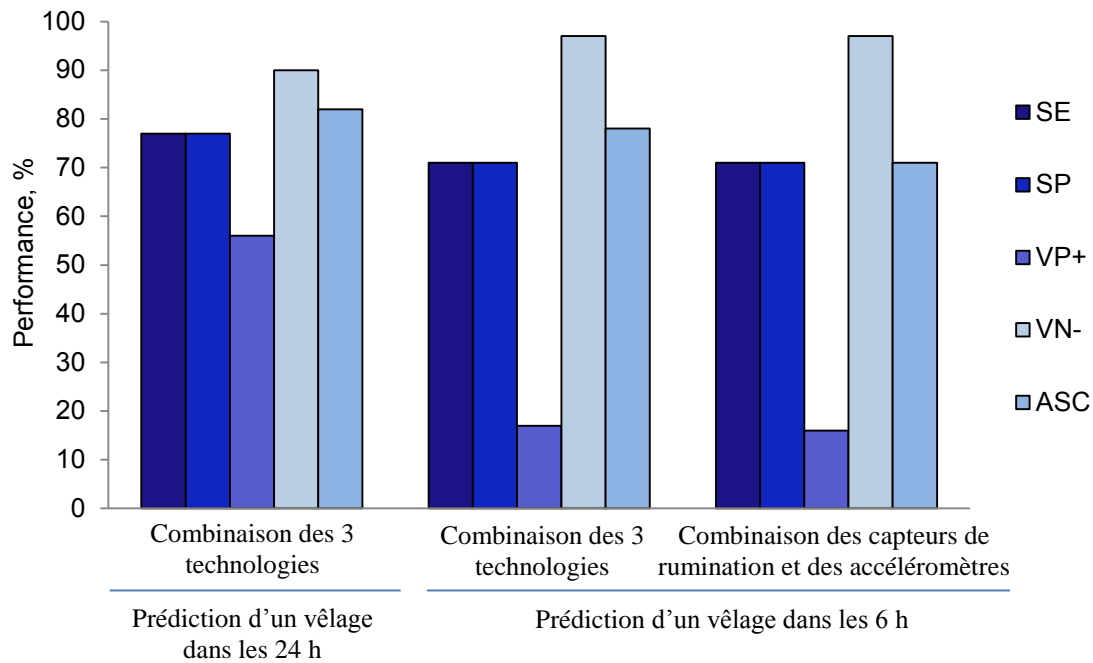


Figure 2. Performance (SE : sensibilité, SP : spécificité, VP+ : valeurs prédictives positives, VN- : valeurs prédictives négatives, ASC : aire sous la courbe) de la combinaison de 2 et de 3 technologies pour prédire le vêlage dans les prochaines 24 ou 6 heures

Enfin, la combinaison des technologies a permis d'améliorer la principale lacune observée lorsque les technologies étaient utilisées individuellement, c'est-à-dire les valeurs prédictives positives. Cette amélioration se traduit par un moins grand nombre de faux positifs mesurés. Malgré l'amélioration observée, les valeurs prédictives demeurent loin de la valeur optimale de 100 %, et ce, principalement pour la prédiction d'un vêlage dans les six prochaines heures.

Conclusions

La détection des vêlages chez la vache laitière permet d'assurer une surveillance adéquate des vaches dont le vêlage est imminent. Une telle surveillance permet de poser des gestes visant à minimiser les répercussions des dystocias. Les résultats de ce projet de recherche ont démontré que la capacité de prédiction du vêlage des sondes vaginales, des capteurs de rumination et des accéléromètres varie. Au niveau individuel, c'est la sonde vaginale qui a permis de détecter le vêlage dans les prochaines 24, 12 et 6 heures avec le plus de précision. Toutefois, les résultats obtenus sont peu convaincants pour une prédiction du vêlage dans les six prochaines heures alors que les valeurs prédictives positives sont très loin de la valeur souhaitée qui est de 100 %. De plus, comparativement aux autres technologies, cette technologie a le désavantage d'être invasive. Les résultats ont aussi démontré que la combinaison des technologies permet d'augmenter la performance de la prédiction du vêlage, et ce, principalement pour la prédiction dans les six prochaines heures par rapport à l'utilisation de la sonde vaginale seule. Bien que la combinaison des technologies ait permis d'augmenter les valeurs prédictives positives, celles-ci demeurent faibles pour la prédiction d'un vêlage dans les six prochaines heures. Ainsi, les technologies de détection du vêlage

peuvent apporter de l'information pertinente pour aider le producteur à prédire le moment du vêlage chez la vache laitière. Par contre, celles-ci n'étant pas parfaites, il faut les considérer comme des outils de plus aidant à la gestion des vêlages et non comme une solution pour ne pas avoir à effectuer de suivi. Les résultats prometteurs obtenus avec la sonde vaginale indiquent qu'une technologie non-invasive permettant de mesurer les variations de température à l'approche du vêlage telle que la thermographie infrarouge serait intéressante. De plus, la thermographie infrarouge pourrait permettre de combiner les mesures de températures à certaines mesures de comportement. Des recherches supplémentaires sont actuellement en cours au sein de notre équipe pour vérifier l'intérêt de son utilisation pour la prédiction du vêlage.

Remerciements

Le projet a été financé par le FRQNT et l'étudiante responsable de ce projet a bénéficié d'une bourse de la Commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait.

Références

Burfeind, O., V. S. Suthar, R. Voigtsberger, S. Bonk et W. Heuwieser. 2011. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94: 5053-5061.

Dematawewa, C. M. B. et P. J. Berger. 1997. Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. *J. Dairy Sci.* 80:754-761.

Guard, C. 2008. The cost of common disease of dairy cattle. <http://veterinarycalendar.dvm360.com/avhc/author/authorInfo.jsp?id=48793> (page consultée le 11 mars 2014).

Lombard, J. E., F. B. Garry, S. M. Tomlinson et L. P. Garber. 2003. Relationship to dystocia to dairy cow health and productivity. *J. Dairy Sci.* 86:24-32.

Lombard, J. E., F. B. Garry, S. M. Tomlinson et L. P. Garber. 2007. Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:1751-1760.

Meyer, C. L., P. J. Berger et K. J. Koehler. 2000. Interactions among factors affecting stillbirths in Holstein cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 83:2657-2663.

Meyer, C. L., P. J. Berger, K. J. Koehler, J. R. Thompson et C. G. Sattler. 2001. Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holstein in the United States. *J. Dairy Sci.* 84:515-523.

Palombi, C., M. Paolucci, G. Stradaoli, M. Corubolo, P.B. Pascolo et M. Monaci. 2013. Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. *BMC Vet. Res.* 9:191.

Sheldon, I. M., J. Cronin, L. Goetze, G. Donofrio et H.-J. Schuberth. 2009. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biol. Reprod.* 81:1025-1032.

Streyll, D., C. Sauter-Louis, A. Braunert, D. Lange, F. Weber, H. Zerbe. 2011. Establishment of a standard operating procedure for predicting the time of calving in cattle. *J. Vet. Sci.* 12(2): 177-185.

Tenhagen, B.-A., A. Helmbold et W. Heuwieser. 2007. Effect of various degrees of dystocia in dairy cattle on calf viability, milk production fertility and culling. *J. Vet. Med.* 54: 98-102.