

CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES BOVINS LAITIERS : REVUE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX ENJEUX PRIORITAIRES

Décembre 2020

Comité scientifique du code de pratiques pour les bovins laitiers

Trevor DeVries, B.Sc., Ph.D. (coprésident)

Professeur et chaire de recherche du Canada en comportement et bien-être des bovins
laitiers
Département des sciences animales
Université de Guelph

Elsa Vasseur, B.Sc., M.Sc. (2), Ph.D. (coprésidente)

Professeure adjointe et chaire de recherche industrielle CRSNG sur la vie durable des
bovins laitiers
Département des sciences animales
Université McGill

Todd Duffield, D.M.V., D.Sc.V.

Professeur
Département de médecine des populations
Collège de médecine vétérinaire de l'Ontario
Université de Guelph

Daniel M. Weary, B.Sc., M.Sc., Ph.D.

Professeur et chaire de recherche industrielle du CRSNG en bien-être des bovins laitiers
Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
Université de la Colombie-Britannique

Charlotte Winder, D.M.V., D.Sc.V.

Professeure adjointe
Département de médecine des populations
Collège de médecine vétérinaire de l'Ontario
Université de Guelph

David Wiens (d'office)

Président du Comité d'élaboration du code des bovins laitiers
Les Producteurs laitiers du Canada

ACER Consulting
Rédacteur scientifique



REMERCIEMENTS

Le travail considérable qui a conduit à la rédaction du présent rapport a bénéficié de la participation et des avis de plusieurs contributeurs. Le Comité scientifique remercie Dr Steven Roche et son équipe d'ACER Consulting pour leur aide et leur soutien total dans la rédaction du rapport, particulièrement de la *section 5 : Boiterie et blessures*. Le Comité remercie également Steve Mason (AgroMedia International Inc.) pour ses apports à la *section 2 : Séparation vache-veau* et à la *section 3 : Gestion et conception optimales des élevages en intérieur*, Véronique Boyer (Université McGill) pour ses apports à la *section 3.1 : Conception des stalles et litière* et Paige McDonald (Université de la Colombie-Britannique) pour sa contribution à la *section 3.3 : Qualité de l'air et température*. Les auteurs sont également reconnaissants aux quatre pairs évaluateurs dont les commentaires ont grandement amélioré la qualité du rapport et à Dre Cassandra Tucker (University of California, Davis) qui a coordonné l'évaluation par les pairs et proposé de précieuses suggestions sur le manuscrit final.

Le projet a été financé par le Programme Agri-assurance dans le cadre du Partenariat canadien pour l'agriculture, une initiative fédérale-provinciale-territoriale.

Extrait du mandat du comité scientifique

Contexte

Il est largement accepté que les codes, les lignes directrices, les normes et la législation au sujet du bien-être animal doivent s'appuyer sur les connaissances les plus à jour qui existent. Ce savoir provient souvent de la littérature scientifique.

En réinstaurant un processus d'élaboration des codes de pratiques, le CNSAE reconnaît la nécessité de mettre en place des moyens plus officiels pour intégrer la participation scientifique au processus d'élaboration des codes de pratiques. L'examen par le Comité scientifique des questions de bien-être animal prioritaires pour l'espèce à l'étude fournit de l'information très utile au Comité d'élaboration du code pour élaborer ou réviser un code de pratiques. Le fait que le rapport du Comité scientifique est accessible au public rehausse la transparence et la crédibilité du code.

Le CNSAE crée un Comité scientifique pour chaque code de pratiques en cours d'élaboration ou de révision. Ce comité est composé d'un nombre cible de 6 spécialistes de la recherche sur les soins et la gestion des animaux à l'étude. Le CNSAE sollicite des mises en candidature de la part : 1) de l'Association canadienne des médecins vétérinaires, 2) de la Société canadienne de science animale, et 3) de la section canadienne de la Société internationale d'éthologie appliquée. Au moins un représentant de chacun de ces organismes scientifiques professionnels est nommé au Comité scientifique. D'autres organismes scientifiques professionnels peuvent aussi siéger au Comité scientifique au besoin.

Objectifs et buts

Le Comité scientifique rédige un rapport qui fait la synthèse de tous les résultats de la recherche portant sur les questions de bien-être animal essentielles, telles que déterminées par le Comité scientifique et par le Comité d'élaboration du code. Ce dernier se sert du rapport en question lors de la rédaction du code de pratiques pour l'espèce visée.

Le rapport du Comité scientifique ne contient pas de recommandations découlant des résultats de recherche. Il vise à présenter une compilation non biaisée des constatations scientifiques.

Le mandat intégral du Comité scientifique, qui s'inscrit dans le Processus d'élaboration des codes de pratiques applicables aux soins et à la manipulation des animaux d'élevage du CNSAE, est disponible sur le site www.nfacc.ca/processus-delaboration-des-codes#appendixC.

CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES BOVINS LAITIERS : REVUE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX ENJEUX DE BIEN-ÊTRE PRIORITAIRES

Rapport du Comité scientifique du code de pratiques pour les bovins laitiers Décembre 2020

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	5
1.1 But et objectifs.....	5
1.2 Méthode de définition et d'évaluation du bien-être animal.....	6
1.3 Perception des enjeux les plus prioritaires par le public	7
1.4 Références	8
2 Séparation vache-veau	10
2.1 Effets sur la santé des vaches et des veaux.....	10
2.2 Effets sur le comportement, le bien-être et la productivité	12
2.3 Références	13
3 Gestion et conception optimales des élevages en intérieur	14
3.1 Conception des stalles et litière	16
3.1.1 Fonction des éléments des stalles et justification des recommandations en vigueur sur la configuration des stalles.....	17
3.1.2 Que savons-nous de l'incidence de la configuration de la stalle sur les résultats mesurés en matière de bien-être des vaches?	19
3.2 Espace alloué par animal et densité d'élevage	22
3.3 Qualité de l'air et température	25
3.3.1 Vaches laitières.....	25
3.3.2 Veaux laitiers.....	28
3.4 Exercice et accès aux espaces extérieurs.....	29
3.4.1 Définir l'exercice.....	30
3.4.2 Effets de l'accès à l'extérieur et de l'exercice sur la santé et le bien-être de la vache	
31	
3.5 Références	34
4 Prise en charge de la douleur causée par les états et les procédures douloureux	50
4.1 Grands principes.....	51
4.2 Ébourgeonnage par cautérisation et à la pâte caustique	52
4.3 Dystocie (vache et veau)	53
4.4 Mammite.....	53
4.5 Métrite	54
4.6 Diarrhées néonatales du veau	55
4.7 Considérations chirurgicales et postopératoires	55
4.8 Références	56
5 Boiterie et blessures.....	63
5.1 Évaluation et prévalence.....	65

Tableau 1 Évaluation numérique de la boiterie (démarche) chez les vaches laitières libres de marcher, tirée de Flower et Weary (2006)	65
Tableau 2 Comportements de détection de la boiterie dans les stalles, selon la description de Gibbons et coll. (2014)	67
Tableau 3 Estimations de la prévalence de la boiterie tirées d'études sur le Canada	68
Tableau 4 Estimations de la prévalence de la boiterie tirées d'études réalisées hors du Canada (se poursuit à la page suivante).....	70
Tableau 5 Notation du jarret, selon la description de Gibbons et coll. (2012)	72
Tableau 6 Notation du genou, selon la description de Gibbons et coll. (2012).....	72
Tableau 7 Notation du cou, selon la description de Gibbons et coll. (2012).....	72
Tableau 8 Estimations de la prévalence des blessures, tirées d'études réalisées au Canada et ailleurs	74
5.2 Facteurs de risque d'après des études épidémiologiques (boiterie et blessures).....	76
Tableau 9 Facteurs associés à la boiterie	77
Tableau 10 Facteurs associés au développement de lésions de la corne de l'onglon	79
Tableau 11 Facteurs associés aux blessures aux jarrets.....	81
Tableau 12 Facteurs associés aux blessures aux genoux	82
5.3 Prévention.....	83
5.4 Détection rapide et traitement	84
5.5 Obstacles relevant des fermes laitières.....	87
5.6 Références	90
6 Gestion de la fin de vie	103
6.1 Aperçu des solutions de fin de vie.....	103
6.2 État de la vache de réforme avant et pendant le transport et la commercialisation.....	104
6.3 Pronostic et prise de décisions.....	107
6.4 Soins aux vaches à terre	108
6.5 Relation entre tarissement et réforme.....	110
6.6 Références	111

1 Introduction

1.1 But et objectifs

Le présent rapport vise à examiner et synthétiser la recherche scientifique sur les enjeux de bien-être prioritaires pour l'industrie laitière canadienne. Les sujets et la portée du rapport ont été déterminés par le Comité d'élaboration du code et le Comité scientifique. Le mandat du Comité scientifique consistait à étudier les enjeux prioritaires définis et leurs conséquences pour les bovins laitiers. Le Comité d'élaboration du code, pour lequel ce rapport a été préparé, possède une expertise considérable dans les domaines traités et est chargé d'en examiner les facteurs dans ses discussions.

Dans plusieurs cas, certains sujets spécifiques portant sur des questions de recherche similaires n'avaient pas fait l'objet de suffisamment d'essais cliniques aléatoires pour en permettre leur regroupement dans une méta-analyse. Or, cette forme de synthèse est essentielle pour déterminer l'efficacité globale des traitements et examiner l'hétérogénéité méthodologique ou contextuelle potentielle en vue de mieux comprendre les conséquences cliniques d'une intervention donnée dans un contexte précis. À la lumière d'une pléthore d'éléments probants pour une pratique donnée, il est important d'évaluer les avantages possibles par rapport à tous les risques éventuels. Ce rapport résume les données probantes disponibles, en se fondant sur des méta-analyses au besoin, afin de procurer une revue de la littérature scientifique et d'examiner la force de la preuve pour les pratiques actuelles en relation avec le bien-être des bovins laitiers.

Les enjeux prioritaires abordés dans le rapport sont :

- la séparation vache-veau et les effets d'une séparation immédiate ou différée;
- la gestion et la conception optimales des élevages en intérieur, pour ce qui est :
 - de la conception des stalles;
 - de la litière;
 - de l'espace alloué ou la densité d'élevage, y compris l'incidence sur les interactions sociales;
 - de la qualité de l'air et de la température (pour les veaux et les vaches);
 - de l'exercice et de l'accès à des espaces extérieurs;
- la prise en charge de la douleur dans des conditions et des procédures douloureuses :
 - ses principaux principes;
 - mammite, métrite, diarrhée et dystocie;
 - douleur associée à l'ébourgeonnage à la pâte caustique;
 - considérations chirurgicales et postopératoires ;
- la boiterie et les blessures :

- les facteurs de risque;
- les stratégies de prévention;
- la détection rapide et les traitements, y compris la prise en charge de la douleur;
- la compréhension des obstacles dans les exploitations afin de réduire les boiteries;
- la gestion de la fin de vie (réforme, euthanasie, et aptitude au transport) :
 - pronostic et prise de décision pour les vaches vulnérables;
 - soins des vaches à terre;
 - lien vers le tarissement et la réforme.

1.2 Méthode de définition et d'évaluation du bien-être animal

L'évaluation scientifique du bien-être animal nécessite des méthodes empiriques permettant d'obtenir des données sur les animaux, qui servent à éclairer la prise de décision concernant leur qualité de vie. La difficulté majeure de cette évaluation réside dans les divergences d'opinion sur les éléments constituant une bonne qualité de vie et, par conséquent, sur les préoccupations éthiques et les critères de définition du bien-être animal. Ces derniers ont été regroupés en trois catégories générales – (1) fonctionnement biologique, (2) états affectifs et (3) vie naturelle – qui forment les bases des différentes approches des recherches portant sur le bien-être animal (Fraser et coll., 1997). L'approche par le fonctionnement biologique met l'accent sur la santé élémentaire et la fonction normale : elle comprend des mesures liées à la santé, la productivité et aux réponses comportementales au stress (Broom, 1991). Le bien-être animal défini selon des états affectifs, souvent désigné par l'expression « approche fondée sur la sensibilité », tient compte des expériences subjectives des animaux en se concentrant sur les états de souffrance (douleur, peur, frustration), les états de plaisir (confort, contentement) et la notion selon laquelle l'hébergement et la manipulation des animaux doivent minimiser la souffrance et favoriser les expériences positives (Duncan, 1993). Le concept de vie naturelle insiste sur le caractère naturel des conditions de vie de l'animal et la possibilité dont il jouit de vivre selon sa nature (Fraser, 2008). Une grande partie des progrès réalisés en matière de bien-être animal porte sur la définition des comportements importants pour les animaux (à savoir les comportements naturels) et la détermination des milieux et des pratiques de gestion adaptés à ces comportements et les favorisant.

Puisque la science du bien-être animal s'est développée en réponse aux préoccupations de la société sur le bien-être des animaux dont s'occupent les humains (Fraser, 2008), Weary et Robbins (2019) proposent que l'évaluation du bien-être animal tienne compte des perceptions du public, bien qu'elles ne rentrent pas nécessairement facilement dans les catégories courantes des évaluations scientifiques énoncées ci-dessus. À titre d'exemple, la qualité de vie perçue peut dépasser les simples faits relatifs à l'animal et comprendre une série de facteurs comme la perception de la valeur de la vie, les relations avec la personne prenant soin de l'animal, et les modalités de fin de vie de l'animal. Ces auteurs appellent à ce que les recherches futures prennent en compte les conceptions du bien-être animal chez le public en évaluant leurs réactions à différents scénarios de soins aux animaux.

Étant donné que les définitions du bien-être animal varient et évoluent dans le temps, plusieurs approches scientifiques différentes, ayant donné différents résultats, se retrouvent dans la littérature scientifique. Bien qu'ils aient cherché à prendre en compte toutes les formes de la recherche sur le bien-être animal, les auteurs et autrices du rapport reconnaissent que la recherche actuelle puisse être lacunaire en raison de l'évolution de notre compréhension du bien-être des bovins laitiers et des méthodes pour le mesurer.

1.3 Perception des enjeux les plus prioritaires par le public

Notons que ce rapport ne vise pas à réaliser une revue approfondie de la littérature de sciences sociales sur les enjeux prioritaires de bien-être déterminés auparavant. Cependant, il faut savoir que de nombreuses études ont commencé à examiner les perceptions du public envers l'industrie laitière et de certaines méthodes d'élevage. L'acceptation et la compréhension de ces préoccupations peuvent aider à adopter une vision plus globale du bien-être des bovins laitiers et à davantage placer les données probantes examinées ici dans leur contexte.

Les préoccupations croissantes du public à propos du bien-être des animaux d'élevage sont bien connues (Clark et coll., 2016). Dans certains cas, l'industrie les a réfutées au motif qu'elles reposaient sur de la désinformation (Spooner et coll., 2012; Ventura et coll., 2016). Il reste qu'il est de plus en plus admis que les valeurs sociétales sont un pilier essentiel que l'industrie laitière et d'autres producteurs de bovins doivent intégrer à leur concept d'industrie durable (Thornton, 2010; Weary et von Keyserlingk, 2017).

La plupart des recherches sur ce sujet emploient des techniques de sciences sociales (interviews, enquêtes, interventions expérimentales, utilisation d'interventions éducatives antérieures et postérieures) pour comprendre la réaction de certaines personnes quand elles apprennent ou voient certaines pratiques courantes de la production laitière à des fins commerciales. Selon ces études, les pratiques les plus controversées seraient la séparation vache-veau précoce, la caudectomie, l'ébourgeonnage ou l'écornage sans atténuation de la douleur, la réforme des veaux laitiers mâles, le zéro-pâturage (absence d'accès aux pâturages) et la stabulation entravée (Weary et coll., 2011; Ventura et coll., 2013; Schuppli et coll., 2014; Robbins et coll., 2015; Widmar et coll., 2017; Hötzel et coll., 2017; Cardoso et coll., 2017; Robbins et coll., 2019). Ainsi, Ventura et coll. (2016) examinent les préoccupations de citoyens et citoyennes concernant le bien-être animal avant et après la visite sans guide d'une ferme laitière de 500 têtes en Colombie-Britannique. Les auteurs concluent que la visite a apparemment mis fin à certaines inquiétudes (par exemple sur la fourniture adéquate d'eau et de nourriture ou la manipulation par les humains), mais en a consolidé d'autres (par exemple le non-accès aux pâturages, la séparation vache-veau précoce). Dans l'ensemble, le corpus de plus en plus important de données sur la perception des pratiques d'élevage par le public indique que ce dernier tient à un mode de vie et des soins naturels et que, souvent, la population ignore de nombreuses pratiques des exploitations et réagit négativement quand elle en est informée. Bien que l'éventail des valeurs exprimées dans les études soit large, les méthodes de production laitière actuelles semblent très déconnectées des perceptions et des valeurs du grand public.

Certains éléments montrent que l'industrie laitière s'adapte à la montée des préoccupations de l'opinion publique (de Rooij et coll., 2010). De plus en plus, des publications de sciences sociales fournissent des recommandations sur la nécessité de mobiliser le public en tant que

partie prenante importante du secteur (Weary et von Keyserlingk, 2017; Hötzel et coll., 2017; Cardoso et coll., 2017; Beaver et coll., 2020). Plus précisément, ces recommandations appellent à faire participer plus explicitement le public aux discussions sur l'avenir de l'industrie afin de mieux comprendre l'état de l'opinion publique, de déterminer les questions controversées et de faire correspondre les pratiques industrielles aux attentes de la société (Weary et von Keyserlingk, 2017).

1.4 Références

- Beaver, A., K.L. Proudfoot et M.A.G. von Keyserlingk (2020). Symposium review: Considerations for the future of dairy cattle housing: an animal welfare perspective, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 5746–5758.
- Broom, D.M. (1991). Animal welfare: Concepts and measurement, *Journal of Animal Science*, vol. 69, p. 4167–4175.
- Cardoso, C.S., M.A.G. von Keyserlingk et M.J. Hötzel (2017). Brazilian citizens: expectations regarding dairy cattle welfare and awareness of contentious practices, *Animals*, vol. 7, p. 89.
- Clark, B., G.B. Stewart, L.A. Panzone, I. Kyriazakis et L.J. Frewer (2016). A systematic review of public attitudes, perceptions and behaviors towards production diseases associated with farm animal welfare, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* vol. 29, p. 455–478.
- de Rooij, S.J.G., C.C. De Lauwere et J.D. Van Der Ploeg (2010). Entrapped in group solidarity? Animal welfare, the ethical positions of farmers and the difficult search for alternatives, *Journal of Environmental Policy and Planning*, vol. 12, p. 341–361.
- Duncan, I.J.H. (1993). Welfare is to do with what animals feel, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 6 (suppl. 2), p. 8–14.
- Fraser, D. (2008). *Understanding Animal Welfare: The Science in Its Cultural Context*. Ames (Iowa): Wiley-Blackwell.
- Fraser, D., D.M. Weary, E.A. Pajor et B.N. Milligan (1997). A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns, *Animal Welfare*, vol. 6, p. 187–182.
- Hötzel, M.J., C.S. Cardoso, A. Roslindo et M.A.G. von Keyserlingk (2017). Citizens' views on the practices of zero-grazing and cow-calf separation in the dairy industry: Does providing information increase acceptability?, *Journal of Dairy Science* vol. 100, p. 4150–4160.
- Robbins, J.A., C. Roberts, D.M. Weary, B. Franks et M.A.G. von Keyserlingk (2019). Factors influencing public support for dairy tie stall housing, *PLoS ONE*, vol. 14(5).
- Robbins, J.A., D.M. Weary, C.A. Schuppli et M.A.G. von Keyserlingk (2015). Stakeholder views on treating pain due to dehorning dairy calves, *Animal Welfare*, vol. 24, p. 399–406.
- Schuppli, C.A., M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2014). Access to pasture for dairy cows: Responses from an online engagement, *Animal Science*, vol. 92, p. 5185–5192.
- Spooner, J.M., C.A. Schuppli et D. Fraser (2012). Attitudes of Canadian beef producers toward animal welfare, *Animal Welfare*, vol. 21, p. 273–283.

Thornton, P.K. (2010). Livestock production: Recent trends, future prospects, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 365, p. 2853–2867.

Ventura, B.A., M.A.G. von Keyserlingk, C.A. Schuppli et D.M. Weary (2013). Views on contentious practices in dairy farming: The case of early cow-calf separation, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 6105–6116.

Ventura, B.A., M.A.G. von Keyserlingk, H. Wittman et D.M. Weary (2016). What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm, *PLoS ONE*, vol. 11(5).

Weary, D.M. et J.A. Robbins (2019). Understanding the multiple conceptions of animal welfare, *Animal Welfare*, vol. 28, p. 33–40.

Weary, D.M., C.A. Schuppli et M.A.G. von Keyserlingk (2011). Tail docking dairy cattle: Responses from an online engagement, *Animal Science*, vol. 89, p. 3831–3837.

Weary, D.M. et M.A.G. von Keyserlingk (2017). Public concerns about dairy-cow welfare: How should the industry respond?, *Animal Production Science*, vol. 57, p. 1201–1209.

Widmar, N.O., C.J. Morgan, C.A. Wolf, E.A. Yeager, S.R. Dominick et C.C. Croney (2017). US resident perceptions of dairy cattle management practices, *Agricultural Sciences*, vol. 8, p. 645–656.

2 Séparation vache-veau

Conclusions :

1. **Il n'existe pas de preuves scientifiques montrant qu'une séparation précoce, par rapport à une période prolongée de contact avec la mère :**
 - a. **modifie le risque de diarrhées des veaux. Les études disponibles ne permettent pas de distinguer les effets de l'exposition à des agents pathogènes, de la quantité et la qualité du lait fourni et d'autres aspects de la gestion et de l'hébergement;**
 - b. **modifie le risque de la paratuberculose (maladie de Johne). Le risque d'infection augmente plutôt en raison de la mauvaise propreté des bovins, de la gestion du colostrum, et de la propreté de l'aire de vêlage et de l'enclos de maternité;**
 - c. **modifie le risque de maladie respiratoire chez les veaux;**
 - d. **modifie le risque d'échec du transfert d'immunoglobulines au veau;**
 - e. **modifie le risque de morbidité ou de mortalité chez le veau;**
 - f. **modifie la production de lait. Il faut soupeser toute perte de lait exploitable par rapport au coût ou à la valeur des aliments liquides de substitution, mais aussi par rapport à la possibilité d'un avantage en gains de poids supplémentaires chez les veaux allaités.**
2. **Les vaches autorisées à passer une plus longue période avec leur petit présentent un risque moins élevé de mammite; on ne trouve pas de données cohérentes prouvant d'autres effets sur la santé des vaches.**
3. **Les veaux séparés dans les 24 heures suivant leur naissance présentent des indicateurs de détresse inférieurs à ceux des veaux séparés plus tardivement.**
4. **Les veaux autorisés à avoir de longs contacts avec leur mère expriment systématiquement moins de comportements oraux anormaux que ceux séparés de leur mère peu après leur naissance.**
5. **Les veaux en mesure de téter leur mère prennent du poids plus rapidement que ceux nourris artificiellement. Selon la gestion du sevrage, un retard de croissance ou de poids peut être observé chez les veaux, mais y compris dans ces cas, le gain de poids reste supérieur chez les veaux allaités.**

2.1 Effets sur la santé des vaches et des veaux

Une revue systématique et exhaustive des effets de la séparation précoce des vaches laitières et de leur veau a été publiée dans le numéro de juillet 2019 du *Journal of Dairy Science*; elle repose sur une recherche traitant la littérature scientifique publiée avant le 18 mai 2018 (Beaver et coll., 2019). Sur un total de 125 articles évalués par un comité de lecture, les auteurs ont finalement décidé d'examiner 70 articles de façon approfondie. Le protocole d'analyse et les protocoles d'évaluation de la qualité des articles choisis sont décrits dans la revue de littérature (Beaver

et coll., 2019). De plus, des renseignements détaillés sur chaque étude sont résumés dans plusieurs tableaux de l'article. La littérature examinée se caractérise par la grande variété des méthodologies adoptées. Par exemple, si les traitements par « séparation précoce » consistent toujours à séparer la vache de son petit dans les 24 heures suivant la naissance, les traitements de « séparation tardive » varient grandement, tant en termes de durée de contact (allant de quelques jours, à quelques semaines ou quelques mois) qu'en termes de types de contact (allant de contact en continu à différentes formes de contacts partiels). Plus de détails à propos de ces articles sont résumés dans les tableaux de la revue de littérature citée précédemment. Les conclusions synthétiques décrites ici sont tirées de cette revue de la littérature.

Diarrhées. Sur les 70 articles compris dans la revue de littérature, 16 étudient les effets de la séparation vache-veau sur les diarrhées des veaux laitiers, attribuables à des causes non précisées ou multiples. Six études constatent que le fait de permettre aux veaux de téter réduit les diarrhées, deux constatent des diarrhées plus importantes, et huit ne trouvent pas de preuves d'une association entre les deux phénomènes. Dans plusieurs études, le diagnostic de diarrhées se fonde uniquement sur la consistance des fèces plutôt que sur l'identification d'agents pathogènes. Souvent, les études ne prennent pas en considération l'effet connu et établi de la consommation de volumes élevés de lait sur la production de fumier moins solide.

Neuf autres études traitant spécifiquement des diarrhées causées par des cryptosporidies rapportent des résultats divers : deux d'entre elles constatent un effet protecteur du contact vache-veau, trois constatent une augmentation du risque, et quatre ne trouvent aucune différence.

Paratuberculose (maladie de Johne). Quatorze des 70 articles analysés examinent la relation entre la durée de contact vache-veau et la prévalence chez les veaux de l'agent pathogène causant la maladie de Johne (*Mycobacterium avium*, sous-espèce *paratuberculosis*, ou MAP). Seule une de ces études constate l'augmentation de la prévalence de MAP dans les troupeaux où le veau n'est pas séparé de sa mère immédiatement après sa naissance. Le moment de la séparation variait considérablement selon le troupeau, allant de plus d'une heure après la naissance à plus de 24 heures après la naissance.

Santé respiratoire. Sur les 70 articles évalués, 7 traitent de la relation entre contact vache-veau ou soins sur la santé respiratoire du veau. Cinq études ne trouvent aucune relation; une étude constate un risque plus élevé de pneumonie quand les veaux restent avec leur mère plus de 24 heures et la dernière étude rapporte une incidence de la pneumonie moins élevée chez les veaux allaités.

Immunité des veaux. Neuf des 70 articles examinent l'immunité acquise chez les veaux allaités par rapport à ceux nourris artificiellement. Chez le veau nouveau-né, l'immunité est acquise par la consommation d'une quantité adéquate de colostrum contenant des immunoglobulines dans les premières heures de vie. Communément, le critère d'évaluation de l'immunité acquise dans les articles analysés est l'échec du transfert d'immunité passive (échec du TIP), qui désigne la consommation insuffisante de colostrum contenant une charge bactérienne minimale et des concentrations adéquates d'immunoglobulines. L'échec du TIP est évalué par différentes méthodes : mesure des concentrations sériques, de lactoglobulines, d'immunoglobulines ou des protéines totales. En raison des variations de source, de temps, de méthode, de quantité et de qualité du colostrum fourni artificiellement, de l'absence de contrôle du temps, de la quantité et

de la qualité du colostrum reçu par allaitement, et de la méthode d'évaluation de l'échec du TIP, les articles étudiés ne prouvent de façon concluante ni que l'apport en colostrum par l'allaitement naturel serait plus avantageux que l'apport artificiel ni l'inverse.

Morbidité et mortalité du veau. Dix des 70 articles analysés traitent de l'effet de la séparation vache-veau précoce sur la mortalité du veau; deux d'entre eux s'intéressent à l'effet sur la morbidité générale du veau. Encore une fois, le poids conjugué des données probantes n'est pas concluant, probablement en grande partie en raison des mêmes facteurs que ceux qui ont influé sur les résultats des études portant sur l'immunité du veau.

Santé de la vache. Les données concernant l'effet de l'allaitement sur la mammite ont été examinées dans 18 articles. Dix articles constatent une diminution du risque chez les vaches tétées, six ne trouvent aucune preuve d'association entre les deux phénomènes et une étude constate l'augmentation des lésions sur les trayons pendant l'allaitement.

2.2 Effets sur le comportement, le bien-être et la productivité

Une revue exhaustive des effets de la séparation précoce sur le comportement, le bien-être et la productivité des vaches et des veaux laitiers a été publiée dans le numéro de juillet 2019 du *Journal of Dairy Science*, fondée sur une recherche portant sur la littérature scientifique publiée avant le 31 mai 2018 (Meagher et coll., 2019). Sur un total de 108 articles évalués par un comité de lecture et considérés comme admissibles, 53 articles ont été inclus dans la revue de littérature. Le protocole d'analyse et les protocoles d'évaluation de la qualité des études choisies sont indiqués dans la revue de littérature (Meagher et coll., 2019). De plus, des renseignements détaillés sur chaque étude sont résumés dans plusieurs tableaux de l'article. Les conclusions synthétiques décrites ici sont tirées de cette revue de la littérature.

Indicateurs comportementaux de la détresse. Seules trois des études choisies comparent la séparation vache-veau à un jour maximum à une séparation plus tardive. Toutes constatent que les veaux séparés dans les 24 heures présentent des indicateurs de détresse moins élevés (comme les vocalisations et le temps passé à regarder hors de l'enclos).

Comportement social. Sur les 12 études examinant les effets sur le comportement social, dix constatent que le contact vache-veau prolongé favorise et accroît les interactions sociales entre veaux après la séparation.

Comportement oral anormal. Huit des études choisies enregistrent des succions entre veaux, des succions non nutritives et des jeux de langue. Six études observent que les comportements oraux anormaux diminuent quand les veaux sont autorisés à rester plus longtemps en contact avec leur mère (y compris à téter); deux autres études ne trouvent pas de preuve d'association entre ces phénomènes.

Réponse aux facteurs de stress. Sept articles mesurent les réponses à des facteurs de stress par des descendants dont l'âge varie d'avant le sevrage à 2,5 ans. Toutes ces études sauf deux rapportent des réponses au stress quelque peu réduites chez les animaux ayant passé une période plus longue avec leur mère.

Production de lait. Dans le corpus, seize articles mesurent l'effet de la succion sur la production de lait pendant que les veaux têtent. Sept d'entre eux constatent une diminution du lait collecté, sept observent des augmentations, tandis que deux ne trouvent aucune différence. Les évaluateurs font remarquer que toute réduction du lait collecté renvoie probablement à la consommation par le veau, ce qui ne peut être considéré comme une perte de revenu de lait vendable, car il faut l'estimer au regard du coût ou de la valeur des aliments liquides de substitution (par exemple du lait de remplacement ou du lait pré-collecté) et la valeur des gains de poids chez les veaux allaités.

Quatorze articles évaluent l'effet de la succion sur la production de lait après la séparation d'avec le veau. Un des articles constate une diminution de la production sur la lactation entière chez les vaches multipares; trois articles observent des augmentations. Les dix articles restants ne trouvent pas de différences significatives statistiquement dans la production de lait.

Croissance du veau. Vingt-deux études comparent le gain de poids chez les veaux avec ou sans contact avec leur mère ou une mère adoptive. Quatorze d'entre elles constatent des gains de poids plus élevés chez les veaux allaités; six n'observent pas de différences. Deux études rapportent des résultats divers selon les groupes de traitement. La prise d'aliments solides pendant l'alimentation au lait est généralement moins élevée chez les veaux allaités naturellement par rapport à ceux nourris artificiellement.

Quatre études mesurant le gain de poids après le sevrage rapportent une diminution de la prise de poids chez les veaux allaités après la séparation d'avec leur mère. Cependant, dans les études qui ont poursuivi la surveillance de la croissance, l'avantage acquis par les gains plus élevés pendant la période d'allaitement est conservé malgré la réduction du gain qui suit le sevrage.

2.3 Références

Beaver, A., R.K. Meagher, M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2019). Invited review: A systematic review of the effects of early separation on dairy cow and calf health, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(7), p. 5784–5810.

Meagher, R.K., A. Beaver, D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2019). Invited review: A systematic review of the effects of prolonged cow-calf contact on behavior, welfare, and productivity, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(7), p. 5765–5783.

3 Gestion et conception optimales des élevages en intérieur

Conclusions :

Conception des stalles et litière

- 1. De récentes études à grande échelle évaluant le confort des vaches dans les fermes laitières canadiennes constatent qu'une proportion importante de vaches sont logées dans des stalles inadaptées à leurs dimensions corporelles et ne respectant pas les lignes directrices énoncées dans le Code de pratiques de 2009. La configuration des stalles influe considérablement sur les résultats en matière de bien-être des vaches.**
- 2. Certaines des lignes directrices actuelles concernant la configuration des stalles se fondent uniquement sur des études par observations, sans qu'elles soient étayées par des recherches expérimentales fournissant des données prouvant plus solidement que les lignes directrices donnent des résultats optimaux.**
- 3. La modification des stalles dans les étables à stabulation libre et dans celles à stabulation entravée, conformément aux lignes directrices actuelles, pourrait améliorer les mesures du bien-être pour l'animal, mais risque de légèrement diminuer la propreté des vaches si les pratiques d'hygiène en cours dans l'exploitation sont insuffisantes. Des études récentes portant sur les répercussions de modifications qui dépasseraient celles prévues dans les lignes directrices actuelles suggèrent que ces modifications permettraient aux exploitations d'améliorer plusieurs résultats en matière de bien-être animal. Bien que les effets dépendent de facteurs au niveau des vaches et des troupeaux, on peut tirer les conclusions générales suivantes :**
 - a. De toutes les améliorations de stalle, fournir de grandes quantités de litière est l'élément qui entraîne les meilleurs résultats en termes de bien-être, que ce soit pour l'augmentation du temps que les vaches passent en position couchée ou pour la guérison des blessures corporelles. La combinaison de la surface de la stalle et de la litière contribue à la mollesse et à l'adhérence de la surface de repos.**
 - b. La qualité de la litière, à savoir l'absence d'humidité, est une composante essentielle des stalles. Les vaches et les veaux préfèrent les surfaces de repos plus sèches, qui améliorent la quantité et la qualité du repos et contribuent au maintien de la propreté, à la santé et à la production des vaches.**
 - c. Les stalles plus longues sont associées à de plus longs temps passés en position couchée et à la diminution des blessures et des boiteries, mais aussi à une diminution légère de la propreté des vaches.**
 - d. Les stalles plus larges sont associées à des temps plus longs en position couchée, à l'augmentation de la facilité de mouvement et, dans les étables à stabulation entravée, à la réduction des blessures et des boiteries.**
 - e. Le fait d'éloigner davantage du rebord la barre d'attache ou la barre de cou est associé à la diminution des blessures et des boiteries ainsi qu'à l'amélioration de la facilité de mouvement dans la stalle, mais aussi à une légère baisse de la propreté des vaches. Cependant, y compris dans les**

conditions des lignes directrices actuelles, les vaches continuent d'exercer une pression sur leur cou, ce qui cause des blessures.

- f. Le fait d'abaisser les murets de mangeoire ou les bordures d'arrêt ne facilite pas nécessairement les mouvements de la vache. Ces éléments contribuent conjointement à d'autres composantes de la stalle à définir l'espace disponible et à faire varier la facilité de mouvement de la vache.**
- g. Dans les étables à stabulation entravée, les chaînes plus longues améliorent la facilité de mouvement, en réduisant la durée des mouvements d'intention avant que la vache se couche et en accroissant l'utilisation de la stalle.**
- h. Les dresseurs électriques utilisés dans les étables à stabulation entravée peuvent dégrader l'hygiène et augmenter les blessures aux jarrets et aux pattes, mais le manque d'uniformité des résultats indique qu'il est impératif de placer correctement le dresseur pour qu'il soit efficace.**

Espace alloué et densité d'élevage

- 4. Un corpus important examine les effets de la densité d'élevage dans les logettes et aux mangeoires, des ressources de stabulation libre qui sont parfois surpeuplées dans les exploitations canadiennes.**
 - a. Les recherches sur la disponibilité des logettes montrent que le surpeuplement (c.-à-d. plus d'une vache par stalle) réduit le temps de repos et augmente la compétition autour des stalles. Le surpeuplement aux mangeoires (c.-à-d. plus d'une vache par place à la mangeoire) a également des répercussions nuisibles sur les vaches, particulièrement en raison d'une compétition accrue et de l'augmentation des déplacements aux fins de compétition.**
 - b. Les recherches sur les deux ressources montrent que les animaux les plus vulnérables, notamment les vaches atteintes de boiterie et les vaches en transition, sont les plus sensibles aux effets négatifs de cette compétition.**
 - c. D'autres ressources comme l'eau, la traite et les occasions de brossage sont importantes aussi pour les vaches et elles doivent être prises en compte dans les calculs de densité.**

Qualité de l'air et température

- 5. Le stress dû à la chaleur est un problème grave pour les vaches laitières, à l'origine de plusieurs effets physiologiques et comportementaux nocifs. En raison de leur taille et de leur taux métabolique, le stress dû au froid pose nettement moins problème aux vaches laitières dans la plupart des conditions.**
- 6. Plusieurs méthodes permettent de réduire la charge thermique, comme l'aménagement de lieux ombragés, l'installation de systèmes d'arrosage et ventilateurs et la conception d'étables ayant une meilleure ventilation naturelle.**
- 7. Les veaux laitiers sont plus sensibles au stress dû au froid en cas de températures ambiantes basses. L'augmentation des rations de lait, de copieuses quantités de**

litière sèche, des lampes à rayons infrarouges et des manteaux aident à garder les veaux au chaud.

Exercice et accès aux espaces extérieurs

- 8. L'augmentation des possibilités de mouvement par la diminution des restrictions du logement intérieur ou de celles de l'accès à l'extérieur (c'est-à-dire l'accès à de la litière accumulée à l'extérieur, un enclos ou un pâturage) entraîne plusieurs avantages pour la santé des bovins laitiers, leur comportement, leur rendement et leur bien-être. Il faut attentivement gérer de nombreux facteurs concernant l'accès aux espaces extérieurs (comme la période de l'année, la propreté, un accès facultatif contre un accès obligatoire) pour obtenir des résultats positifs en matière de bien-être.**

3.1 Conception des stalles et litière

Au Canada, les bovins laitiers sont principalement logés dans des étables à stalles : 72,9 % des troupeaux sont logés en stabulation entravée et 27,1 % en stabulation libre à logettes (Centre canadien d'information laitière [CCIL] 2019). Les problèmes de bien-être liés au logement ont été déterminés récemment dans une étude à grande échelle évaluant le confort des vaches dans 230 fermes laitières canadiennes (Vasseur et coll., 2015). Dans les étables à logettes, la prévalence des blessures aux jarrets, aux genoux et au cou est respectivement de 47, 24 et 9 % (les fourchettes ne sont pas données) (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014); la prévalence de la boiterie est de 21 % (fourchette : 0 à 69 %) (Solano et coll., 2015). Dans les stabulations entravées, la prévalence des blessures aux jarrets, aux genoux et au cou est respectivement de 56, 43 et 33 % (les fourchettes ne sont pas données) (Nash et coll., 2016); la prévalence de la boiterie est de 25 % (Bouffard et coll., 2017) et la prévalence de vaches sales est faible (pis : 4 %; flanc : 11 %; pattes : 4 %; Bouffard et coll., 2017). Les résultats de la stabulation entravée sont en accord avec les deux seules autres études épidémiologiques réalisées sur des exploitations canadiennes en stabulation entravée (Zurbrigg et coll., 2005a; Lapointe, 2010). Pour ce qui est de la stabulation libre à logettes, les chiffres sont aussi similaires à ceux des publications antérieures sur des troupeaux canadiens et américains (von Keyserlingk et coll., 2012). Les données de ces études montrent qu'en moyenne, moins de la moitié des vaches logées en stabulation entravée bénéficient de conditions conformes aux recommandations actuelles du Code de pratiques canadien de 2009 (CNSAE-PLC, 2009), qui sont établies pour des dimensions corporelles moyennes (Bouffard et coll., 2017), ce qui corrobore les résultats d'études précédentes (Zurbrigg et coll., 2005a; Lapointe, 2010). De même, dans la stabulation libre à logettes, on estime qu'environ 35 % des vaches tiennent dans une stalle moyenne, pour ce qui est de la longueur et la largeur (Vasseur et coll., 2015), selon les recommandations actuelles du Code de pratiques canadien de 2009 (CNSAE-PLC, 2009). Plusieurs des problèmes constatés en stabulation libre et entravée s'expliquent probablement par le fait que la taille des stalles ne correspond pas aux dimensions corporelles des vaches. La configuration des stalles a en effet d'importantes répercussions sur le bien-être des vaches.

3.1.1 *Fonction des éléments des stalles et justification des recommandations en vigueur sur la configuration des stalles*

Longueur des stalles : La longueur de la surface de repos est appelée longueur de la stalle en stabulation entravée et en stabulation libre. En stabulation libre, la longueur totale de la stalle se compose de la longueur de la stalle et de l'espace d'élançement à l'avant de celle-ci. L'avant des stalles est limité par le muret ou le rebord de la mangeoire dans les stabulations entravées ou par la bordure d'arrêt/barrière dans les stabulations libres. La recommandation de longueur actuelle se fonde sur la longueur de l'empreinte (Ceballos et coll., 2004), qui doit permettre à la vache de se coucher complètement avec les pattes avant repliées et les pattes arrière et la queue posées sur la surface de la logette (Anderson, 2014, 2016). La longueur de stalle recommandée à la fois pour la stabulation entravée et libre correspond actuellement à 1,2 fois la hauteur aux hanches de la vache (Anderson, 2014, 2016; Valacta, 2014).

Largeur des stalles. La largeur de stalle recommandée actuellement à la fois pour la stabulation entravée et libre se fonde sur les dimensions corporelles des vaches (Anderson, 2014, 2016; Valacta, 2014). La largeur recommandée actuelle est la largeur de l'empreinte (Ceballos et coll., 2004), soit l'espace occupé par la vache quand elle est couchée en position étroite avec toutes les pattes repliées près du corps (Anderson, 2014, 2016), ce qui correspond à 2 fois la largeur aux hanches (Anderson, 2014, 2016; Valacta, 2014). Pour les stabulations entravées en particulier, il est recommandé d'ajouter 6 à 8 pouces (15,24 à 20,32 cm) de largeur, en fonction de la conception des séparations latérales et du dégagement prévu pour les hanches (Valacta, 2014).

Position de la barre d'attache et de la barre de cou. La barre d'attache dans la stabulation entravée et la barre d'arrêt dans la stabulation libre agissent comme un obstacle à l'avant de la stalle, qui aide les vaches à se placer de façon à ne pas dépasser les limites de leur stalle (c'est-à-dire à ne pas pénétrer dans la zone de la mangeoire ou une autre stalle et à ne pas entrer en contact avec le mur avant) quand elles se couchent et se lèvent. Ces deux barres servent aussi à faciliter la gestion des déjections et de la propreté de la stalle, car elles sont placées de manière à ce que les vaches éliminent leurs excréments dans le dalot ou l'allée et non dans la stalle. Les barres d'attache servent aussi à séparer les vaches de la mangeoire. En raison de la fonction de ces barres (placer la vache dans la stalle), la plupart des recommandations visant la hauteur et la position avant de la barre d'attache et de la barre de cou se fondent sur les dimensions corporelles de la vache. Les recommandations relatives à la hauteur et aux positions avant sont similaires pour les barres d'attache (hauteur : 0,7–0,8 x la hauteur de la croupe de la vache; position avant : 14 pouces [35,56 cm] à l'extérieur de la stalle; Anderson, 2014) et les barres de cou (hauteur : 0,83 x la hauteur de la croupe de la vache; position avant : 2 pouces [5,08 cm] à l'intérieur de la stalle; Anderson, 2016), à ceci près que la recommandation relative à la position avant des barres d'attache est plus éloignée de la vache que celle des barres de cou en stabulation libre.

Hauteur du muret de la mangeoire et de la bordure d'arrêt. Dans la stabulation entravée, le muret de la mangeoire est la structure qui sépare l'espace de repos de la mangeoire et qui représente la limite avant de la stalle. En tant que limite antérieure de l'espace de repos de la stalle, le muret de la mangeoire détermine jusqu'où la vache peut se coucher à l'avant de la stalle et comment elle peut se placer dans cette dernière (Tucker et coll., 2006). Dans la stabulation entravée, le muret sert aussi à éviter que la litière de la stalle se mélange aux aliments de la

mangeoire. La structure analogue des stabulations libres, la bordure d'arrêt, vise aussi à déterminer jusqu'où la vache peut se coucher à l'avant. En revanche, la bordure d'arrêt ne sépare pas la litière de la stalle de la mangeoire. Elle sépare l'espace de repos de l'espace d'élançement. Les hauteurs recommandées de hauteur de bordure d'arrêt et de muret de mangeoire diffèrent : elle est de ≤ 4 pouces ($\leq 10,16$ cm) pour les bordures d'arrêt (Anderson, 2016) et de ≤ 8 pouces ($\leq 20,32$ cm) pour les murets de mangeoire (Anderson, 2014).

Longueur de la chaîne. La longueur de la chaîne est une caractéristique des élevages en stabulation entravée. Elle empêche les vaches de quitter leur stalle selon leur bon vouloir (Anderson, 2014) et permet ainsi de s'assurer que chaque animal reste à la place qui lui a été attribuée. Actuellement, la recommandation relative à la longueur de la chaîne, fondée sur des études observationnelles, vise à permettre à la vache de poser sa tête tournée sur son corps, pour faire sa toilette, et de tendre la tête vers l'avant, tout en maintenant sa sécurité en limitant le risque qu'elle se prenne une patte dans la chaîne (Anderson, 2014). La chaîne ne doit pas non plus interférer avec le mouvement de la vache au coucher et au lever (Graves et coll., 2007). La recommandation résultant de ces objectifs (hauteur de barre d'attache – hauteur de muret de mangeoire) prévoit que le mousqueton ou l'attache touche le haut du muret de la mangeoire (Graves et coll., 2007; Anderson, 2014; Valacta, 2014), ce qui fait théoriquement dépendre sa longueur d'au moins deux autres paramètres de la stalle, la hauteur du muret de la mangeoire et la position de la barre d'attache, qui sont déterminés en fonction de la taille de la vache (Graves et coll., 2007; Anderson, 2014; Valacta, 2014).

Litière et surface des stalles. L'ajout de litière au sol de la stalle aide à maintenir la propreté de la vache tout en lui offrant douceur, adhérence et isolation thermique (Anderson, 2016). Dans les fermes laitières canadiennes en stabulation entravée, les surfaces de stalle le plus couramment rapportées sont les tapis et les matelas en caoutchouc, qui représentent respectivement environ 51 % et 44 % des sols de stabulation entravée; la paille est la litière la plus couramment rapportée, elle est utilisée par environ 92 % des exploitations (Nash et coll., 2016). Les stalles à litière profonde de sable sont rares dans les exploitations canadiennes à stabulation entravée. Dans les stabulations libres du Canada, les surfaces de logette les plus communément rapportées sont les matelas en géotextile (56 à 60 %); les tapis en caoutchouc (8 à 11 %), le béton (11 à 14 %) et le sable (11 à 12 %) recouvrent le sol de presque toutes les autres exploitations (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Solano et coll., 2015). La matière de la litière fait moins consensus : les copeaux de bois sont le type de litière le plus couramment rapporté (32 à 41 %), suivi par la sciure de bois (24 à 30 %), la paille (17 à 20 %) et le sable (4 %; Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Solano et coll., 2015).

Dresseurs électriques. Les dresseurs électriques ont pour fonction d'entraîner les vaches à reculer pendant la défécation ou la miction, de sorte que les excréments ou l'urine tombent dans le dalot plutôt que sur la surface de la stalle. Les recommandations relatives au positionnement des dresseurs électriques se fondent sur des études observationnelles. Il est recommandé de les placer au-dessus de l'échine de la vache, légèrement avant la zone du dos qui commence à s'arquer quand la vache défèque ou urine (Anderson, 2014). La hauteur du dresseur doit être réglée en fonction de la taille de chaque animal, pour se situer à 2 pouces (5,08 cm) au-dessus de l'échine pendant la période d'entraînement, avant de passer à 4 pouces (10,16 cm) après (Anderson, 2014).

3.1.2 *Que savons-nous de l'incidence de la configuration de la stalle sur les résultats mesurés en matière de bien-être des vaches?*

De nombreuses études, au Canada et ailleurs, ont cherché à évaluer l'incidence de la configuration de la stalle sur plusieurs résultats en matière de bien-être animal (par exemple, sur le fonctionnement biologique, les états affectifs et le caractère naturel) : la majorité d'entre elles se concentrait sur la santé (hygiène, boiterie, blessures), la productivité et les réponses comportementales (le temps de repos étant un indicateur du confort et des préférences).

Aux fins d'interprétation de la section, il est important de souligner qu'il est vrai que le corpus actuel de données probantes indique que différents résultats en matière de bien-être sont améliorables par la modification de la configuration et de caractéristiques des stalles, mais que les relations entre les caractéristiques ne peuvent être totalement comprises si ces éléments interdépendants sont évalués séparément. En effet, un élément peut en compenser un autre et leur combinaison dans la stalle détermine le degré global de confort dont jouit la vache. Il est par conséquent nécessaire d'approfondir nos connaissances actuelles par de nouvelles recherches observationnelles et expérimentales.

Longueur de la stalle. Il a été démontré que les stalles plus longues accroissent le temps de repos (Tucker et coll., 2004; Bouffard et coll., 2017; McPherson et Vasseur, 2020a,b) et réduisent les blessures (Kielland et coll., 2009; Potterton et coll., 2011; Nash et coll., 2016; Bouffard et coll., 2017; Jewell et coll., 2019a) ainsi que la prévalence de la boiterie (Dippel et coll., 2009; Rutherford et coll., 2009), mais souvent, elles ne sont pas les préférées des producteurs pour des questions de propreté (Bouffard et coll., 2017). Il a été prouvé que l'allongement de la longueur des stalles, particulièrement de l'espace de repos des stalles, réduit la prévalence des blessures et des boiteries. De façon anecdotique, les espaces de repos plus longs sont souvent associés à des stalles plus sales, et par conséquent à des vaches plus sales. Cependant, il existe relativement peu d'études portant sur la relation entre la longueur de la stalle ou de l'espace de repos et la propreté, qu'elles soient expérimentales (Ruud et coll., 2011) ou épidémiologiques (Zurbrigg et coll., 2005a; Bouffard et coll., 2017). Le petit nombre de recherches sur la question montre une légère augmentation de la saleté des vaches et des stalles, quand ces dernières sont plus longues (Zurbrigg et coll., 2005a; Ruud et coll., 2011; Bouffard et coll., 2017), ce qui laisse penser que les méthodes de gestion devraient éventuellement être adaptées aux stalles plus longues.

Largeur de la stalle. Les stalles plus larges sont associées à des temps de repos plus longs dans les étables à stabulation entravée (Bouffard et coll., 2017) et celles à stabulation libre (Tucker et coll., 2004; Solano et coll., 2016). Les stalles conformes à la largeur recommandée sont associées à l'amélioration de la facilité de mouvement (Plesch, 2011). Une étude récente menée dans des étables à stabulation entravée constate que l'augmentation de la largeur de stalle au-delà des recommandations actuelles améliore la capacité des vaches à exprimer des postures de repos naturelles sans empiéter sur les stalles voisines, en plus de réduire significativement les contacts avec les séparations latérales au moment où elles se couchent (Boyer et coll., 2020c). Dans les stabulations entravées, l'augmentation de la largeur est associée à la diminution des risques de boiterie (Bouffard et coll., 2017), de blessures aux jarrets (Nash et coll., 2016), de blessures aux genoux (Nash et coll., 2016) et de blessures au cou (Bouffard et coll., 2017), bien que les différentes études publiées sur le sujet présentent des résultats contradictoires (Jewell et coll.,

2019a,b; Boyer et coll., 2020a,c). Dans les stabulations libres, les données tendent à montrer l'absence de lien entre la largeur de la logette et le risque de blessures aux jarrets, aux genoux et au cou (Potterton et coll., 2011; Barrientos et coll., 2013; Chapinal et coll., 2014; Jewell et coll., 2019a), mais la largeur de logette moyenne rapportée dans la plupart de ces études était inférieure aux dimensions recommandées à l'heure actuelle. Il en va de même pour le lien entre boiterie et largeur de stalle dans les stabulations libres (Haskell et coll., 2006; Chapinal et coll., 2013, 2014; de Vries et coll., 2015; Jewell et coll., 2019b). Différentes études ont établi que la largeur de stalle était liée à la diminution de la propreté (Ruud et coll., 2011; Bouffard et coll., 2017), à l'augmentation de la propreté (Lapointe, 2010; Ruud et coll., 2011), ou n'avait pas d'incidence significative sur la propreté des vaches (Zurbrigg et coll., 2005a; Ruud et coll., 2010; Plesch, 2011; van Gastelen et coll., 2011; de Vries et coll., 2015).

Position de la barre d'attache et de la barre de cou. La plupart des études montrent que les barres d'attache, les barres de cou et les barres horizontales de mangeoire situées à mi-hauteur augmentent les blessures au cou et aux jarrets (Zurbrigg et coll., 2005b; Kielland et coll., 2010; Potterton et coll., 2011; Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014), sauf une étude sur les exploitations à stabulation entravée réalisée par Bouffard et coll. (2017), qui constate l'augmentation des blessures au cou quand les barres d'attache respectent ou dépassent la hauteur recommandée actuelle. Des résultats contradictoires sont également trouvés à propos des effets de la hauteur des barres de cou et des barres d'attache sur la boiterie, les comportements de repos et la propreté. À titre d'exemple, il a été constaté que l'augmentation de la hauteur des barres de cou dans des stabulations libres réduisait la prévalence de la boiterie et n'avait pas d'effet détecté sur les comportements de repos et la propreté (Gaworski et coll., 2003; Tucker et coll., 2005; Solano et coll., 2015). Pour ce qui est des stabulations entravées, l'augmentation de la hauteur des barres d'attache à la hauteur actuellement recommandée, ou au-delà, augmente le risque de boiterie, réduit le temps de repos et le nombre d'épisodes de repos, et augmente la prévalence de pis propres (Zurbrigg et coll., 2005b; Bouffard et coll., 2017). Ces résultats semblent indiquer que l'augmentation de la hauteur de la barre d'attache ou de la barre de cou accroît le confort seulement jusqu'à un certain point, ou que les exigences relatives à la hauteur des barres d'attache dans les exploitations à stabulation entravée doivent différer des exigences relatives à la hauteur des barres d'arrêt dans les stabulations libres à logettes. Dans les installations à stabulation entravée, les vaches sont attachées à la barre d'attache, ce qui entraîne des interactions différentes entre la vache et la barre que dans les logements à stabulation libre.

Les résultats des études citées plus haut indiquent que l'avancement de la position des barres d'attache et des barres de cou est susceptible de diminuer l'incidence ou la prévalence des blessures au cou, aux jarrets et aux genoux, les lésions à la sole, la dermatite digitale et la boiterie, d'augmenter le nombre d'épisodes de repos, et de réduire la propreté de la vache et de la stalle. Seule une étude, réalisée par Nash et coll. (2016), constate la probabilité accrue de blessures aux genoux en raison de l'avancement de la position de la barre d'attache. De récentes données tirées d'une étude expérimentale réalisée dans des stabulations entravées, qui combinait la hauteur de la barre d'attache à la position avant, indiquent que les blessures au cou apparaissent plus ou moins haut sur le cou selon la position de la barre d'attache, et constatent que quelle que soit la position de la barre, elle demeure un facteur limitant la capacité de mouvement des vaches dans leur stalle sans heurter la barre d'attache ou les séparations latérales (St John et coll., 2020).

Hauteur du muret de la mangeoire et de la bordure d'arrêt. L'incidence de la hauteur du muret de la mangeoire sur le bien-être de la vache n'a pas fait l'objet de recherches exhaustives, mais la hauteur du muret de la mangeoire peut concourir avec d'autres éléments de la stalle à définir l'espace à la disposition de la vache. Seule une étude expérimentale s'intéresse à l'incidence des bordures d'arrêt sur les bovins laitiers logés en stabulation libre (Tucker et coll., 2006) et, à l'heure actuelle, seule une étude expérimentale récente examine l'incidence de la hauteur du muret de la mangeoire. Les murets de mangeoire et les bordures d'arrêt plus basses et moins restrictives sont associés à la diminution de la prévalence de la boiterie (Espejo et Endres, 2007), l'augmentation de la probabilité de pis sales (Bouffard et coll., 2017), et l'augmentation du temps de repos (Tucker et coll., 2006). Par ailleurs, il a été montré que les bordures d'arrêt influent sur l'emplacement où les grandes vaches se couchent dans la stalle (Tucker et coll., 2006). Il a aussi été constaté que la réduction de la hauteur du muret de la mangeoire diminue la capacité à se lever et se coucher chez les vaches, probablement parce que, malgré l'augmentation de l'espace longitudinal par la diminution de la hauteur du muret de la mangeoire, la position de la barre d'attache reste trop restrictive pour que les vaches puissent profiter pleinement de l'espace supplémentaire mis à leur disposition (McPherson et Vasseur, 2020b).

Longueur de la chaîne. Les chaînes d'attache plus longues sont associées à la réduction des risques de blessures aux jarrets et aux genoux (Zurbrigg et coll., 2005a; Nash et coll., 2016; Bouffard et coll., 2017), mais différentes sources trouvent des résultats contradictoires (Lapointe, 2010; Jewell et coll., 2019a). La littérature rapporte également des résultats contradictoires concernant l'incidence de la longueur de la chaîne sur les blessures au cou : à la fois les chaînes longues (Bouffard et coll., 2017) et les chaînes courtes (Lapointe, 2010) sont considérées comme un facteur contribuant à réduire les risques de blessure dans différentes études; d'autres études ne constatent, quant à elles, aucun effet significatif de la longueur de la chaîne en la matière (Zurbrigg et coll., 2005b; Jewell et coll., 2019a; Boyer et coll., 2020a,b). La boiterie et le temps de repos ne sont pas liés à la longueur de la chaîne (Bouffard et coll., 2017; Jewell et coll., 2019b; Boyer et coll., 2020a,b). Il a été constaté que les chaînes plus longues que la longueur recommandée actuellement améliorent la facilité de mouvement dans la stalle, réduisent la durée des mouvements d'intention avant que l'animal se couche et augmentent l'utilisation du milieu de la stalle (Boyer et coll., 2020b).

Litière et surface des stalles. Il semblerait que la profondeur de la litière soit la composante matérielle la plus déterminante du confort des stalles. En effet, elle peut considérablement compenser les propriétés du type de stalle ou de litière susceptibles de nuire au confort de la vache (par exemple, dureté, abrasion; Villettaz-Robichaud et coll., 2020). L'augmentation de la profondeur de la litière accroît le temps de repos et, par conséquent, le confort, quel que soit le type de sol de la stalle ou le type de litière (Tucker et coll., 2009; Gomez et Cook, 2010; Solano et coll., 2016). Les blessures aux jarrets sont causées par l'abrasivité de la litière (Potterton et coll., 2011; Jewell et coll., 2019a) et le manque de compressibilité (van Gastelen et coll., 2011; Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Cook et coll., 2016; Jewell et coll., 2019a). C'est pourquoi la combinaison de la profondeur de la litière et de la surface de la stalle peut jouer un rôle important dans la diminution de la probabilité de blessures aux jarrets chez la vache. Aucune évidence ne s'impose concernant les systèmes de litière ou les surfaces de stalles qui amélioreraient la propreté des vaches (Fulwider et coll., 2007; Norring et coll., 2008; de Vries et coll., 2015; Cook et coll., 2016), mais la profondeur de la litière peut accroître leur propreté lorsque la stalle est

bien gérée (Plesch et Knierim, 2012). L'augmentation de la profondeur de la litière est aussi associée à la diminution de la prévalence de la boiterie dans les troupeaux (Chapinal et coll., 2013; Ito et coll., 2014; de Vries et coll., 2015; Solano et coll., 2015). L'autre caractéristique essentielle de la litière est sa qualité, principalement sa souplesse et son absence d'humidité. De nombreuses études indiquent que les vaches et les veaux manifestent une préférence claire pour les surfaces de repos sèches et passent nettement plus de temps debout lorsque seule la litière humide leur est accessible (Fregonesi et coll., 2007a; Camiloti et coll., 2012; Chen et coll., 2017; Schütz et coll., 2019). Ces études montrent que les surfaces de repos humides et sales ont des répercussions négatives sur le bien-être des animaux en nuisant à la qualité et à la quantité de repos (Schütz et coll., 2019) et qu'elles peuvent aussi détériorer l'hygiène, la santé et la production des animaux (Chen et coll., 2017).

Dresseurs électriques. Rares sont les publications traitant de l'incidence des dresseurs électriques sur les mesures relatives au bien-être des vaches en stabulation entravée. Une étude épidémiologique sur les dresseurs électriques constate l'augmentation des niveaux de saleté des pis et des membres postérieurs dans les troupeaux utilisant des dresseurs électriques (Zurbrigg et coll., 2005b), alors qu'à l'inverse, une autre étude rapporte que les vaches sont plus propres et les stalles moins contaminées en cas d'utilisation de dresseurs électriques (Bergsten et Pettersson, 1992). Cette dernière indique aussi que la prévalence de l'érosion de la corne du talon diminue quand des dresseurs sont employés (Bergsten et Pettersson, 1992). Cependant, une étude plus récente conclut que l'exposition aux dresseurs augmente le risque de mammite clinique, de cétose, de subœstrus et de réforme (Hultgren, 2001). La présence de dresseurs accroît aussi le nombre de blessures par rapport aux logements sans dresseur (Busato et coll., 2000; Zurbrigg et coll., 2005b). Incorrectement placés, les dresseurs entravent l'accès à la nourriture et l'utilisation de l'espace de la stalle par les vaches (Zurbrigg et al, 2005b). À notre connaissance, aucune étude n'aborde l'incidence du dresseur électrique sur la douleur ou la peur. En revanche, des données scientifiques indiquent clairement que les bovins ont en aversion les chocs électriques (Pajor et coll., 2003).

3.2 Espace alloué par animal et densité d'élevage

Pour chaque ressource fournie aux animaux, il est important de tenir compte du taux d'occupation (qui renseigne sur la manière dont la ressource est partagée par tous les animaux qui y ont accès). Concernant certaines ressources, comme les stalles et l'espace à la mangeoire, un corpus abondant examine les effets de la modification des taux d'occupation. Nous résumons ci-dessous les principales conclusions de deux revues récentes de la littérature qui synthétisent les publications sur le sujet (Krawczel et Lee, 2019; Weary, 2017).

Le lecteur doit savoir que l'estimation du taux d'occupation se révèle parfois difficile en pratique. Bien que cela semble évident, il est important de s'assurer que la ressource fournie peut servir à l'animal. Par exemple, il faut exclure les logettes trop petites, en mauvais état, à la litière humide, ou inadéquates pour d'autres raisons. Ainsi, il faut considérer les calculs basés, par exemple, sur le nombre de stalles de l'étable comme étant susceptibles de considérablement surestimer la disponibilité de logettes par vache. Cette remarque s'applique aussi aux calculs de la superficie : seul l'espace convenant à l'activité visée doit être inclus dans les calculs de densité d'élevage.

Pour ce qui est des ressources distribuées en unités discrètes à la taille de la vache, comme les logettes et les cornadis, le taux d'occupation est généralement calculé par simple division du nombre d'animaux par le nombre d'unités, puis habituellement multiplié par cent pour qu'il soit exprimé en pourcentage (par exemple, si 120 vaches partagent 100 stalles, on parlerait d'un surpeuplement de 120 %). Quand les ressources sont réparties de manière plus continue, comme la longueur des mangeoires ou la circonférence des abreuvoirs, alors le nombre de vaches partageant l'espace peut être divisé par la superficie disponible (par exemple, si 10 vaches partagent une section de 8 m de mangeoire, on parlerait d'une charge de 0,8 m/vache).

Densité d'élevage et stalle. Selon un résultat uniformément rapporté par la littérature, plusieurs indicateurs du comportement de repos, principalement le temps de repos, sont affectés en cas de réduction du nombre de stalles disponibles (revue de la littérature réalisée par Krawczel et Lee, 2019). À titre d'exemple, Winckler et coll. (2015) montrent que le temps de repos est réduit de 1 h/j à une densité de 150 % par rapport à 100 %. Ces auteurs constatent aussi une augmentation du temps de repos d'environ 15 min/j à 75 % comparativement à une capacité de charge de 100 %, ce qui laisse supposer l'existence d'une compétition entre vaches y compris quand elles disposent chacune d'une stalle. La légère réduction du temps de repos pour un ratio d'une stalle par vache peut s'expliquer par le fait que les vaches évitent certaines stalles. On sait en effet que les vaches évitent certaines zones, par exemple les plus éloignées du couloir d'alimentation (Gaworski et coll., 2003). Il se peut qu'en raison de l'occupation inférieure à la capacité de charge, les vaches soient plus à même d'exprimer leurs préférences sociales (par exemple, une vache dominée peut éviter de se coucher à côté d'une vache dominante), mais cette idée n'a pas encore été suffisamment étudiée.

Les effets du temps passé en position couchée persistent sur une fourchette de taux d'occupation (Krawczel et Lee, 2019). Par exemple, Fregonesi et coll. (2007b) réduisent progressivement le nombre de stalles mises à la disposition d'un groupe de vaches pour mettre à l'épreuve les effets d'un surpeuplement, aussi modeste soit-il. Cette augmentation graduelle de la densité cause une baisse graduelle du temps en position couchée, ce qui indique que tout surpeuplement, même faible, peut poser problème. Sans surprise, plusieurs chercheurs ont montré que l'effet du surpeuplement est plus grand chez les vaches socialement dominées (Krawczel et Lee, 2019), probablement parce que les vaches dominantes peuvent tout simplement amener les vaches dominées à se déplacer de leurs stalles. Cela signifie que le surpeuplement a de plus grandes répercussions sur les vaches à la capacité de compétition moindre, soit probablement notamment les vaches atteintes de boiterie et en transition, mais aussi les animaux en première lactation introduits dans l'enclos de vaches plus âgées (Proudfoot et coll., 2018).

Densité aux mangeoires. Bien que la compétition soit possible pour les stalles, elle est plus souvent observée aux mangeoires, et l'augmentation de la compétition est uniformément constatée quand la superficie d'alimentation par vache diminue (revue de la littérature réalisée par Krawczel et Lee, 2019). Là encore, les répercussions de la compétition sont plus grandes chez les vaches les plus vulnérables (par exemple les vaches en transition; Proudfoot et coll., 2009). C'est pourquoi, selon les recommandations actuelles relatives aux vaches laitières en transition, l'espace fourni doit permettre une alimentation simultanée (≥ 76 cm/vache dans l'espace linéaire à la mangeoire) (DeVries, 2019).

Des comportements de compétition sont souvent observés aux mangeoires, quand les vaches cherchent à accéder à la nourriture, particulièrement aux aliments frais qu'elles préfèrent consommer (DeVries et coll., 2004). La compétition aux mangeoires s'explique notamment par le surpeuplement des stabulations libres pour ce qui est de l'espace linéaire à la mangeoire. Plusieurs études ont montré que la compétition autour des aliments augmente rapidement en cas d'accroissement de la densité à la mangeoire (voir Krawczel et Lee, 2019). À titre d'exemple, Huzzey et coll. (2006) constatent que les vaches sont plus susceptibles de se déplacer les unes les autres du distributeur d'aliments quand l'espace linéaire à la mangeoire par vache diminue de 0,8, à 0,6, puis à 0,4, et enfin 0,2 m/vache. Comme on peut s'y attendre, la compétition autour du distributeur est supérieure au retour de la traite, quand les aliments ont été récemment distribués. À 0,8 m/vache, plus de 80 % des vaches de l'enclos peuvent se nourrir simultanément, mais à mesure que la densité augmente, le pourcentage de vaches pouvant accéder au distributeur aux heures de pointe diminue à environ 50 % dans le traitement à 0,4 m, et à environ 30 % dans le traitement à 0,2 m. La diminution de l'espace par vache réduit les durées d'alimentation et augmente le temps d'inactivité des vaches autour de l'aire d'alimentation, probablement dans l'attente d'avoir accès aux aliments. Les modifications de l'alimentation, connexes à la réduction de l'espace linéaire à la mangeoire, ont été associées à une production réduite, particulièrement de matière grasse du lait, dans des études sur le terrain d'observation de troupeaux commerciaux (Deming et coll., 2013; Sova et coll., 2013; Woolpert et coll., 2017).

Comme pour les stalles, il faut aussi tenir compte de l'adéquation de la conception et de la gestion des installations, car elles peuvent aussi nuire à la capacité d'accès et d'utilisation de la mangeoire par les vaches (DeVries, 2019). Certaines conceptions sont particulièrement fragilisées par les effets du surpeuplement. Ainsi Huzzey et coll. (2006) rapportent que les vaches sont plus susceptibles de se déplacer les unes les autres en cas de compétition pour accéder aux aliments à partir de barrières composées de poteaux et de rails horizontaux par rapport à des cornadis. Cela est probablement dû au fait que les vaches peuvent utiliser leur tête comme arme pour éloigner leurs concurrentes des aliments.

Densité d'élevage et autres ressources dans différents systèmes de traite. Bien que la présente revue de la littérature se soit intéressée à la densité d'élevage avant tout dans son rapport au repos et à l'alimentation, il faut garder à l'esprit qu'outre ces ressources évidentes, qui ont fait l'objet de nombreuses recherches, d'autres ressources sous-étudiées (comme les brosses; McConnachie et coll., 2019) sont également importantes pour les vaches et doivent être prises en compte séparément dans les calculs de la densité d'élevage. En la matière, on manque aussi de connaissances sur les densités adéquates dans les étables à litière accumulée.

La littérature examinée ici porte sur des exploitations utilisant une forme ou une autre de traite en salle de traite. De nouvelles recherches sont nécessaires à propos des étables équipées de systèmes de traite automatique (STA). En effet, la traite est un puissant moteur de présence à la mangeoire, qui explique que les heures d'affluence normales à la mangeoire se situent juste après la traite (DeVries, 2019). Dans les étables à salle de traite, ce phénomène se traduit par la volonté de la quasi-totalité des vaches de se nourrir aux mêmes moments de la journée. Le synchronisme causé par la traite pourrait être moindre dans les exploitations équipées de STA, mais il reste important de disposer d'un espace linéaire adéquat à la mangeoire. Une étude sur le terrain de troupeaux avec STA en Ontario, qui rapporte un espace linéaire à la mangeoire moyen de

0,7 m/vache, constate que la réduction de l'espace à la mangeoire est associée à la diminution du temps de repos et de la production de lait (Deming et coll., 2013). Cependant, d'autres études sur les systèmes de traite automatique sont nécessaires, car le nombre insuffisant de données probantes disponibles ne permet pas de tirer de conclusions cohérentes.

3.3 Qualité de l'air et température

3.3.1 Vaches laitières

Températures élevées. La zone de thermo-neutralité des vaches laitières est l'étendue de températures ambiantes à laquelle l'animal peut maintenir la température du corps constante au moyen d'une dépense énergétique minimale (Kadzere et coll., 2002). Quand la température ambiante est supérieure à la zone de thermo-neutralité, un stress dû à la chaleur se produit, car la charge thermique, accumulée métaboliquement et par l'environnement, est supérieure à la capacité de dissipation de chaleur de l'animal (Bernabucci et coll., 2010). En plus de la température ambiante, l'humidité relative (HR) influe aussi sur le stress thermique. C'est pourquoi le risque de stress dû à la chaleur chez les vaches laitières est souvent évalué au moyen de l'indice température-humidité (ITH) (West, 2003).

En général, on considère qu'un ITH de 68 est le seuil de début de stress dû à la chaleur, d'après les changements de comportement des vaches laitières (Cook et coll., 2007) ou la baisse de la production laitière (Zimbelman et coll., 2009), bien que d'autres études aient défini des seuils différents pour ce qui est de la diminution de la production laitière (par exemple, ITH moyen > 60, Brügemann et coll., 2012; ITH maximal situé entre 65 et 76, Bernabucci et coll., 2014). Des travaux antérieurs ont avancé qu'il était préférable de caractériser le stress dû à la chaleur par les données d'ITH synthétisées de plusieurs jours (2 j, West et coll., 2003; 3 j, Bouraoui et coll., 2002, Hill et Wall, 2017; 2 à 4 j, Spiers et coll., 2004), mais on ne sait pas encore avec certitude comment intégrer ces mesures au mieux pour comprendre l'effet net sur la vache.

Il est difficile de déterminer précisément les conditions ambiantes conduisant au stress dû à la chaleur, car les seuils d'ITH peuvent varier selon les caractéristiques de la vache et son acclimatation antérieure à la température (Kadzere et coll., 2002). La tolérance à la chaleur est susceptible d'être modifiée par le niveau de production laitière (Ravagnolo et Misztal, 2000), la race (Pereira et coll., 2014), la longueur des poils (Dikmen et coll., 2008) et la taille (Busby et Loy, 1996). Les vaches très productives sont les plus sensibles au stress dû à la chaleur en raison des besoins énergétiques accrus par la production laitière (Kadzere et coll., 2002).

Les seuils d'ITH du stress dû à la chaleur chez les vaches laitières sont plus élevés dans les climats semi-arides (température ambiante ≥ 30 °C et HR de 25 %) que dans les climats chauds et humides (température ambiante ≥ 23 °C et HR de 75 %) (Bohmanova et coll., 2007). De plus, on observe chez les vaches des climats tempérés des seuils de stress dû à la chaleur plus bas, d'environ 18 °C avec une HR de 75 % (Hammami et coll., 2013). Les seuils d'ITH seraient inférieurs dans les climats tempérés parce que les bovins ne peuvent s'acclimater à la chaleur que pendant les épisodes de stress thermique aigu estivaux (Renaudeau et coll., 2012).

Outre les mesures environnementales du stress dû à la chaleur, des mécanismes de perte de chaleur par évaporation chez les bovins laitiers, comme l'accélération de la fréquence respiratoire et l'halètement (Blackshaw et Blackshaw, 1994), sont des mesures du stress thermique fondées sur les résultats. La fréquence respiratoire est de 60 respirations/min chez les vaches laitières dans des conditions plus neutres (19 °C et HR de 55 %) et de 89 respirations/min dans des conditions de stress dû à la chaleur (29 °C et HR de 50 % RH; Spiers et coll., 2004). Si l'ITH est entre 66 et 76, la fréquence respiratoire de vaches auxquelles aucune forme de refroidissement n'est apportée varie entre 60 et 90 respirations/min, alors que la fréquence respiratoire de vaches à laquelle de l'ombre est proposée est nettement inférieure et varie entre 40 et 60 respirations/min (Kendall et coll., 2007).

Les effets physiologiques du stress dû à la chaleur sont notamment l'augmentation de la température corporelle (Dikmen et Hansen, 2009), la diminution de la production laitière (Bernabucci et coll., 2014), la baisse de la performance de reproduction (par exemple taux de conception plus bas, López-Gatius et coll., 2005; diminution de l'œstrus, Sakatani et coll., 2012), et l'augmentation de la fréquence respiratoire (Beatty et coll., 2006). Les réponses comportementales au stress thermique dû à la chaleur, qui se produisent avant la baisse de productivité (Polsky et von Keyserlingk, 2017), comprennent l'augmentation du temps passé en position debout accompagnée du raccourcissement des périodes de repos (Nordlund et coll., 2019), la baisse de la quantité d'aliments ingérés (West et coll., 2003), des modifications du tri des aliments (Miller-Cushon et coll., 2019), la diminution de la rumination (Soriani et coll., 2013), la recherche d'ombre (Schütz et coll., 2009), l'augmentation du comportement d'abreuvement (Cook et coll., 2007; Ammer et coll., 2018), et la compétition autour des ressources de refroidissement (par exemple ombre, Schütz et coll., 2010; proximité de l'abreuvoir, Vizzotto et coll., 2015).

Méthodes de réduction du stress dû à la chaleur. Il est possible d'améliorer le refroidissement évaporatif en humidifiant les vaches et en augmentant la circulation d'air (Renaudeau et coll., 2012). Le refroidissement évaporatif est plus efficace quand les vaches sont complètement mouillées (des gouttelettes plus grosses sont préférables; Strickland et coll., 1989) et que l'air circule (Gebremedhin et Wu, 2001). En revanche, l'humidification de l'aire de repos peut accroître le risque de mammite (Nienaber et Hahn, 2007). Les méthodes de réduction des effets nocifs du stress dû à la chaleur sont : l'apport d'ombre, l'isolation de la toiture, les systèmes de refroidissement d'air (par exemple brumisateurs, nébulisateurs, panneaux de refroidissement par évaporation), les ventilateurs, les arroseurs, la fourniture de litière conductrice et les échangeurs de chaleur refroidis par eau (par exemple matelas à eau) (Fournel et coll., 2017).

Ombre et isolation de la toiture. L'ombre fait baisser la température corporelle et la fréquence respiratoire (Kendall et coll., 2007) en plus de refroidir la zone située sous la structure apportant de l'ombre (Kendall et coll., 2007; Schütz et coll., 2009). Les vaches laitières élevées en pâturage passent plus de temps sous des structures d'ombre bloquant le rayonnement solaire (Schütz et coll., 2009). Le manque d'ombre à l'extérieur peut conduire les vaches laitières à préférer les espaces intérieurs pendant la journée, quand les températures ambiantes sont élevées, mais l'extérieur la nuit (Legrand et coll., 2009). Les arbres sont un moyen efficace de bloquer le rayonnement solaire et de réduire la température corporelle (Valtorta et coll., 1997; Veissier et coll., 2018). L'orientation de l'étable peut influencer sur les niveaux de rayonnement solaire

atteignant les vaches ; en effet, dans les étables ayant un axe longitudinal est-ouest, les stalles sont moins exposées à la chaleur apportée par le rayonnement solaire que dans les étables à l'axe longitudinal nord-sud (Angrecka et Herbut, 2016). L'isolation du plafond peut aussi réduire la température de l'étable (Fuquay et coll., 1979).

Systèmes de refroidissement d'air, ventilateurs et arroseurs. L'air conditionné réduit considérablement l'ITH dans une étable par temps chaud (Bucklin et coll., 2009), mais son coût peut être prohibitif (Collier et coll., 2006). La brumisation des zones ombragées d'un parc d'élevage ouvert réduit la température corporelle et la fréquence respiratoire (Correa-Calderon et coll., 2004). Les nébulisateurs et les brumisateurs ne sont pas aussi efficaces dans les environnements humides, car ils accroissent l'humidité de l'étable et peuvent humidifier la litière et les aliments (Renaudeau et coll., 2012). Il a été observé que des panneaux de refroidissement par évaporation incorporés aux systèmes de ventilation réduisent la température corporelle centrale des vaches en été dans un climat chaud et humide (Smith et coll., 2016).

Les arroseurs installés à la mangeoire et aspergeant de l'eau sur le dos des vaches réduisent leur température corporelle (Chen et coll., 2013, 2016), augmentent la production laitière (Chen et coll., 2016) et atténuent la baisse de la consommation alimentaire (Chen et coll., 2016) et de la durée d'alimentation (Chen et coll., 2013) habituellement causée par le stress dû à la chaleur. Le fait de combiner un apport d'ombre à l'installation d'arroseurs oscillants fixés au-dessus du sol réduit plus la fréquence respiratoire que chaque élément séparément (Kendall et coll., 2007). L'installation de ventilateurs en plus d'arroseurs ou de brumisateurs diminue la fréquence respiratoire (ventilateurs et arroseurs à la mangeoire et dans l'aire d'attente avant la traite Strickland et coll., 1989; ventilateurs et arroseurs à la mangeoire, Turner et coll., 1992) et la température rectale (Turner et coll., 1992), et accroît la production laitière (Strickland et coll., 1989; Turner et coll., 1992; ventilateurs et brumisateurs dans l'aire d'attente avant la traite, Avendaño-Reyes et coll., 2012). On observe également que les vaches laitières dont les logements comportent des ventilateurs et des arroseurs ingèrent de plus grandes quantités d'aliments (Strickland et coll., 1989; ventilateurs et arroseurs au milieu de stalles individuelles, Karimi et coll., 2015) et passent plus de temps en position couchée (ventilateurs et arroseurs dans l'aire d'alimentation, Calegari et coll., 2014; Karimi et coll., 2015).

Litière conductrice et échangeurs de chaleur refroidis par eau. Les matériaux de litière dont la conductance thermique – c'est-à-dire leur capacité de conduire la chaleur – est élevée contribuent à la perte de chaleur. Le sable a un plus grand flux thermique, soit la mesure de la puissance du transfert d'énergie, que la paille, les matelas à eau (Radoń et coll., 2014) et le fumier séché (Ortiz et coll., 2015). Permettre aux vaches d'accéder à un matelas à eau refroidi mécaniquement réduit la température rectale et la fréquence respiratoire, tout en atténuant la baisse de production laitière causée par le stress thermique. Toutefois, cet effet est observé seulement quand le matelas à eau est installé sur un panneau contreplaqué couvrant l'isolation et il ne se vérifie pas quand le matelas à eau est placé sur du béton (tel que recommandé le fabricant) (Perano et coll., 2015).

Basses températures. Les vaches laitières tolèrent mieux les températures froides que chaudes en raison de leur production thermique élevée (Nardone et coll., 2006); les valeurs critiques inférieures sont estimées à entre -16 et -37 °C (Kadzere et coll., 2002). La littérature s'est considérablement moins intéressée à la détermination des seuils de température à partir desquels

un stress dû au froid se produit qu'aux seuils de stress dû à la chaleur. La combinaison d'une température basse et de sa durée entraînant un stress dû au froid n'a pas encore fait l'objet d'études approfondies. Quand la température ambiante devient inférieure à -6.7 °C (la durée de basse température n'est pas fournie), la production laitière commence à diminuer (Angrecka et Herbut, 2015) et la quantité d'aliments ingérés par les vaches soumises au stress thermique augmente (Brouček et coll., 1991).

Qualité de l'air et ventilation. La qualité de l'air d'une étable dépend de la ventilation et de la circulation d'air (Ngwabie et coll., 2009). Dans les fermes laitières, une ventilation adéquate – qu'elle soit mécanique ou naturelle – réduit l'accumulation de gaz et de particules en suspension dans l'air, qui sont nocifs pour la santé humaine et animale, ainsi que la chaleur et l'humidité (Teye et Hautala, 2007). Les polluants atmosphériques causent des maladies respiratoires (Mitloehner et Calvo, 2008), et les débits de renouvellement d'air bas dans les élevages de veaux peuvent accroître le nombre de bactéries dans l'air des allées (Lago et coll., 2006).

La ventilation est tributaire de la conception et la taille de l'étable, du type de système de ventilation, de la densité d'élevage, des conditions météorologiques et du système de gestion du fumier (Herbut et Angrecka, 2014). Il est parfois difficile de l'évaluer, particulièrement si elle est naturelle, car elle est irrégulière (Teye et Hautala, 2007) et plus influencée par la météorologie que la ventilation mécanique (Joo et coll., 2015). Le degré de ventilation naturelle d'une étable dépend de la hauteur des murs latéraux, de la pente de toit, de l'ouverture du faîte, de la largeur du toit et de l'orientation de l'étable (Bewley et coll., 2017). La vitesse du vent diffère d'un endroit à l'autre dans une étable (Fiedler et coll., 2013). En hiver, la fermeture des événements et des murs latéraux pour protéger du froid peut entraîner une baisse trop marquée des débits de renouvellement d'air (Teye et coll., 2008).

L'ammoniac est un gaz nocif dont la concentration maximale recommandée dans les étables à vaches laitières est de 20 ppm (CIGR, 1984) ou 25 ppm pour la santé humaine (calculée pour une journée de 8 h et une semaine de travail de 40 h) (CCHST, 2019). Les émissions d'ammoniac augmentent en cas de température élevée (Ngwabie et coll., 2014), pendant l'enlèvement des fumiers et en cas d'augmentation de l'activité des vaches, par exemple pendant la traite (Ngwabie et coll., 2009). Les relevés de concentration moyenne d'ammoniac dans les fermes laitières sont généralement inférieurs aux limites recommandées. Par exemple, dans des stabulations libres ventilées naturellement, les concentrations mensuelles moyennes d'ammoniac varient entre 3,2 et 7,3 ppm dans une étable en Suède (Ngwabie et coll., 2009), les concentrations moyennes d'ammoniac sur 48 h varient entre 7 et 20 ppm dans six étables de l'Alberta (Clark et McQuitty, 1987) et, en Ontario, les concentrations moyennes d'ammoniac au printemps et en automne sont respectivement de 3,8 ppm et 2,2 ppm (Ngwabie et coll., 2014). Néanmoins, des chercheurs ont aussi constaté des concentrations d'ammoniac approchant, ou dépassant, les concentrations limites recommandées (par exemple un relevé de concentration maximale de 18 ppm rapporté par une étude [Ngwabie et coll., 2009] et, dans une autre, la concentration horaire moyenne atteint 54 ppm [Clark et McQuitty, 1987]).

3.3.2 Veaux laitiers

La zone de thermo-neutralité des jeunes veaux (de la naissance à 3 semaines) se situe entre 15 et 25 °C. La température critique inférieure peut baisser jusqu'à -5 à -10 °C chez les veaux ayant

plus de 3 semaines (CNRC, 2001). Les veaux non sevrés stressés par la chaleur ont moins d'appétit, prennent moins de poids et ont un plus faible poids au sevrage (Broucek et coll., 2009; López et coll., 2018). Ils passent aussi plus de temps en position debout, à se nourrir et à boire, et moins de temps à ruminer et à faire leur toilette (Tripon et coll., 2014).

Il faut faire attention aux conditions de température dans les huches des veaux, qui peuvent être nettement supérieures aux températures ambiantes pendant les journées chaudes (Carter et coll., 2014). L'isolation réfléchive réduit la température intérieure des huches de veaux si la température ambiante est élevée, et augmente cette température intérieure quand la température ambiante est basse (Carter et coll., 2014). Par ailleurs, il a été démontré que l'ajout d'ombre au-dessus des huches de veaux diminue la température intérieure des huches, et par conséquent le stress dû à la chaleur chez les veaux (Coleman et coll., 1996; Spain et Spiers, 1996). De plus, il a été prouvé que l'élévation de l'arrière des huches au moyen d'un bloc de béton (7,9 pouces de hauteur) réduit les températures intérieures, les concentrations de dioxyde de carbone et le stress dû à la chaleur chez les veaux (Moore et coll., 2012).

Le stress dû au froid accroît la mortalité des veaux (Svensson et coll., 2006), diminue l'absorption des immunoglobulines du colostrum (Olson et coll., 1980) et augmente les troubles respiratoires et la quantité d'aliments ingérés (Nonnecke et coll., 2009). Les veaux peuvent mieux résister au stress dû au froid s'ils disposent d'une litière profonde et sèche (leur permettant de se faire un nid dans la litière; Lago et coll., 2006), de lampes à rayons infrarouges (Borderas et coll., 2009), de manteaux (Rawson et coll., 1989) et de rations supplémentaires (CNRC, 2001).

3.4 Exercice et accès aux espaces extérieurs

L'absence d'accès à l'extérieur (c'est-à-dire à de la litière accumulée à l'extérieur, à un enclos ou à un pâturage), parfois désigné par l'expression « zéro-pâturage », est considérée comme un problème de bien-être dans la production laitière commerciale (Rushen et coll., 2008). En effet, plusieurs études ont constaté des taux supérieurs pour plusieurs problèmes de santé (par exemple boiterie, mammite, métrite) chez les vaches logées uniquement à l'intérieur comparativement aux vaches ayant un accès partiel ou total à un pâturage (Wells et coll., 1999; Washburn et coll., 2002; Somers et coll., 2003). Néanmoins, il a aussi été constaté que l'accès à l'extérieur ne produit pas systématiquement des résultats positifs en matière de bien-être (Loberg et coll., 2004; Chapinal et coll., 2010).

La physiologie et le comportement des vaches laitières sont bien adaptés au pâturage. Si les conditions de pâturage peuvent considérablement varier selon le climat, la gestion, l'utilisation, la densité d'élevage et d'autres facteurs, les conditions de pâturage optimales offrent des surfaces de repos confortable, une surface moelleuse dont l'adhérence convient à la marche, et de l'espace pour marcher et paître (Knaus, 2016). L'accès à l'extérieur peut également prendre la forme d'un parc d'élevage/d'un enclos ou de litière accumulée. Bien que ces milieux ne donnent pas la possibilité de paître, ils offrent plusieurs autres avantages des pâturages. Des chercheurs ont montré la motivation des vaches à se rendre aux pâturages (Charlton et coll., 2013; Legrand et coll., 2009). Soulignons que l'accès à l'extérieur présente à la fois des difficultés et des occasions importantes pour le bien-être des bovins laitiers. Des données probantes provenant de fermes laitières basées sur un élevage en pâture indiquent que les distances de marche et les

temps d'attente avant la traite sont généralement nettement plus élevés que dans les systèmes de production intérieurs, ce qui se fait aux dépens du temps de repos et de pâturage (Beggs et coll., 2015, 2018a,b). D'autres problèmes sont observés en matière d'hygiène et de santé des vaches (Loberg et coll., 2004; Chapinal et coll., 2010). Une des occasions notables données par l'accès à l'extérieur réside dans les temps d'exercice quotidien dont bénéficient les bovins et qui améliorent leur santé et leur bien-être (Krohn et coll., 1992; Gustafson, 1993; Loberg et coll., 2004; Davidson et Beede, 2009; Popescu et coll., 2013; Black et coll., 2017).

La section présente une revue de la littérature scientifique concernant la définition de l'exercice et les effets de l'accès à des espaces extérieurs sur la santé et le bien-être des bovins laitiers, en mettant l'accent sur les avantages de l'exercice.¹

3.4.1 Définir l'exercice

La possibilité de faire de l'exercice physique pour les bovins laitiers est définie de manières notablement différentes par les études scientifiques. Les premières études examinaient les associations entre l'activité locomotrice des vaches et le niveau de condition physique, mesuré par des aspects sanitaires et physiologiques (par exemple fréquence cardiaque, concentrations de lactate dans le plasma sanguin). Ces études faisaient en sorte que chaque individu ait une activité physique en le forçant à se déplacer dans des environnements contrôlés, comme un parcours circulaire (par exemple Anderson et coll., 1979), sur un tapis roulant (par exemple Davidson et Beede, 2009), ou accompagné par une personne dans sa marche (Black et coll., 2017). Ces études, qui prenaient en compte la vitesse, la distance et la parité pour mesurer l'effet de l'exercice sur la vache, ont constaté que des vitesses de marche modérées d'environ 3,25 km/h (Blake et coll., 1982; Davidson et Beede, 2009) pour une distance minimale de 4 km (Davidson et Beede, 2009) jusqu'à 8 km/j (Blake et coll., 1982) amélioraient significativement la condition physique (distances parcourues plus longues, baisse de la fréquence cardiaque et du lactate plasmatique après l'exercice). De plus, la réponse à l'exercice serait encore plus grande chez les vaches gestantes (Davidson et Beede, 2009), ce qui indique que le fait de se mouvoir librement à cette période serait plus avantageux pour la condition physique d'une vache qu'aux autres moments de sa vie. Il a aussi été montré que l'âge influe sur la quantité d'exercice dont l'animal a besoin pour être en bonne condition physique, les vaches plus âgées nécessitant plus d'exercice (Anderson et coll., 1979).

Il faut toutefois souligner que ces études reposant sur des « exercices forcés » ne donnent pas une compréhension réaliste des avantages d'une activité locomotrice accrue dans une ferme laitière commerciale. L'environnement de la vache peut lui permettre de se déplacer en entravant ou en favorisant l'augmentation de l'activité locomotrice via un éventail de mouvements qu'elle peut choisir d'effectuer (par exemple explorer, socialiser, etc.) et selon le type de logement, des

¹ La rédaction du chapitre s'est fondée sur la thèse de doctorat d'E. Shepley (2020, particulièrement de son chapitre de revue de la littérature, <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/kk91fr26r>) à partir de laquelle deux manuscrits ont été proposés à des revues à comité de lecture. Le premier s'intitule Shepley, E., J. Lensink, et E. Vasseur. 2020. *A Cow in Motion: A review of the impact of housing systems on movement opportunity of dairy cows and implications on locomotor activity*. Appl. Anim. Behav. Sci. 230:105026. Le second est Shepley, E. (2020) *A cow in motion: The impact of housing systems on movement opportunity of dairy cows and the implications on locomotor activity, behaviour, and welfare*. Thèse de doctorat. Ste-Anne-de-Bellevue, QC : Université McGill, Faculté des sciences agricoles et environnementales, Département des sciences animales.

caractéristiques du logement intérieur et par l'ajout d'un accès à l'extérieur. Des études se sont penchées sur l'incidence de l'accès à des espaces extérieurs comme moyen d'exercer une activité physique pour les bovins laitiers (par exemple Krohn et coll., 1992; Gustafson, 1993; Loberg et coll., 2004; Popescu et coll., 2013). Il en ressort un point essentiel, à savoir que l'activité locomotrice augmente quand les vaches ont accès à des espaces extérieurs et qu'un accès plus grand à l'extérieur accroît indubitablement l'activité locomotrice. La comparaison du nombre total de pas effectués dans différents types d'étables, avec et sans accès à l'extérieur, donne une idée du niveau potentiel d'activité locomotrice probable dans les systèmes de stabulation courants. À titre d'exemple, les stabulations entravées affichent le plus faible nombre de pas (748 pas/j; Shepley et coll., 2019b) par rapport à tous les autres types de logements. Ce nombre est considérablement inférieur à celui des stabulations libres à logettes (2 353 pas/j, fourchette de 1 120 à 4 918; Platz et coll., 2008; Brzozowska et coll., 2014; Black et Krawczel, 2016; Shepley et coll., 2019a), des stabulations libres donnant accès à l'extérieur (1 989 pas/j, stabulation libre à logettes avec accès à un pâturage, Eckelkamp et coll., 2014; 2 374 pas/j, litière accumulée avec accès à un pâturage, Borchers et coll., 2017), et des pâturages (3 390 pas/j, fourchette de 2 715 à 4 064; Dohme-Meier et coll., 2014; Black et Krawczel, 2016). Ces valeurs quantitatives confirment que les étables proposant plus d'incitations à se déplacer (par exemple paître dans un pâturage, exprimer un comportement œstral ou des activités sociales) ou plus d'espace pour se déplacer agissent positivement sur le niveau d'activité locomotrice des vaches.

3.4.2 Effets de l'accès à l'extérieur et de l'exercice sur la santé et le bien-être de la vache

Peu d'études ont cherché à évaluer particulièrement l'incidence de l'augmentation des mouvements (c'est-à-dire de l'activité locomotrice de la vache) sur la santé et le bien-être des bovins. Un corpus de données un peu plus important compare les résultats en matière de santé et de bien-être chez des vaches ayant accès ou non à des espaces extérieurs, qu'ils prennent la forme de litière accumulée à l'extérieur, de parc d'élevage, d'enclos ou de pâturage. Bien que ces études éclairent sur les répercussions possibles de l'accès à l'extérieur, il est difficile d'attribuer ces incidences précisément à l'augmentation des déplacements ou de l'exercice (et non pas aux autres avantages cumulatifs probables d'une surface de repos plus souple, d'une meilleure adhérence et d'une charge pathogène réduite), car ces relations sont complexes et les facteurs étudiés sont souvent confondus. Les incidences constatées de l'accès à l'extérieur dans ces études doivent par conséquent être interprétées prudemment, car d'autres caractéristiques différencient fondamentalement les élevages intérieurs et extérieurs. En effet, l'accès à des espaces extérieurs n'offre pas seulement de plus grandes possibilités de mouvement.

Boiterie. L'accès à l'extérieur des vaches laitières est associé à la baisse de la prévalence de la boiterie (Regula et coll., 2004; Bielfeldt et coll., 2005; Olmos et coll., 2009; Popescu et coll., 2013; de Vries et coll., 2015). Popescu et coll. (2013) constatent un pourcentage moyen plus élevé de vaches souffrant de boiterie dans les stabulations entravées sans accès à l'extérieur par rapport aux vaches paissant en moyenne 10,7 h/j pendant 182 j/an (22,2 % contre 15,1 %, respectivement). Des études similaires rapportent une prévalence globale de la boiterie inférieure de 3,5 à 5,0 % chez les vaches en stabulation entravée accédant régulièrement à des espaces extérieurs, et de 5,5 à 8,0 % chez les vaches en stabulation libre accédant régulièrement à l'extérieur, par rapport à des vaches logées uniquement en stabulation entravée (Regula et coll., 2004; Bielfeldt et coll., 2005).

Il a été montré que la démarche de vaches en stabulation libre auxquelles est donné la possibilité d'accéder à un pâturage s'améliore en aussi peu que 4 semaines (Hernandez-Mendo et coll., 2007). Hernandez-Mendo et coll. (2007) rapportent une amélioration significative de la démarche chez des vaches élevées au pâturage, qui modifie la notation de la boiterie de « boiterie modérée » à « saine », tandis que la note de vaches élevées uniquement dans une stabulation libre à logettes tend à se maintenir ou à baisser dans la même période. Les mêmes auteurs (2007) supposent que les améliorations seraient causées par l'augmentation générale de l'exercice physique chez les vaches au pâturage, mais estiment que les recherches sur le sujet ne suffisent pas pour tirer des conclusions définitives. Ils ajoutent que les améliorations pourraient résulter de changements de la raideur articulaire favorisés par le fait que le pâturage améliore la surface de marche ou de repos par rapport aux sols en béton plus glissants des espaces intérieurs, connus pour agir négativement sur la démarche (van der Tol et coll., 2005) et les raideurs articulaires (Philips et Morris, 2001).

Santé des onglons. Plusieurs études ont montré que l'accès au pâturage était bénéfique pour la santé des onglons des bovins laitiers en lactation (stabulation libre, Smits et coll., 1992, Somers et coll., 2003, Chapinal et coll., 2010; stabulation entravée, Gustafson, 1993). Comme pour la boiterie, il se peut que la meilleure santé des onglons soit attribuable à la surface plus confortable offrant une bonne prise plutôt qu'à la plus grande possibilité de se déplacer dans les pâturages. Les lésions non infectieuses des onglons diminueraient de 11 % chez des vaches ayant accès à des pâturages par rapport à des vaches élevées uniquement à l'intérieur de stabulations libres à logettes (Chapinal et coll., 2010). Cependant, l'accès à l'extérieur ne présente pas que des avantages et ces derniers dépendraient aussi d'autres facteurs de l'environnement, comme sa propreté. Loberg et coll. (2004) constatent que la probabilité de maladies infectieuses des onglons, comme la dermatite digitale, est 4 fois plus forte chez les vaches de stabulations entravées ayant plus accès à un enclos extérieur d'exercice qu'à leurs homologues restant à l'intérieur. Les différences de résultats dans les études citées sont probablement dues aux nombreux facteurs des élevages extérieurs et intérieurs susceptibles d'influer sur la santé des onglons. Ils indiquent toutefois que la gestion et la propreté globales de l'environnement extérieur sont essentielles à l'obtention de résultats positifs. Pour ce qui est de l'exercice, l'augmentation des déplacements accroît le débit sanguin vers les pieds et les pattes, ce qui améliore le transport des nutriments et de l'oxygène vers la zone de production de corne et contribue à la bonne santé générale des onglons (Bielfeldt et coll., 2005, stabulation entravée et libre). De plus, l'augmentation des possibilités de déplacement grâce à un plus grand accès à l'extérieur pourrait bénéficier à la croissance nette des onglons (Loberg et coll., 2004, stabulation entravée), ce qui réduirait l'inconfort et les problèmes aux pieds causés par des onglons trop longs.

Blessures. Les études qui se sont intéressées aux vaches accédant à des espaces extérieurs constatent une prévalence moindre des blessures, surtout du jarret. Popescu et coll. (2013) rapportent une réduction de 13,4 % chez les vaches ayant accès à l'extérieur comparativement à celles entravées en permanence dans des stalles équipées de matelas et d'une petite quantité de litière en paille ou en sciure de bois. D'autres études indiquent qu'il est possible de réduire la prévalence et la gravité des lésions aux jarrets des vaches élevées en stabulation entravée sur des matelas par une durée constante d'exercice quotidien (Gustafson, 1993; cote moyenne de 3,7 chez les vaches ne faisant pas d'exercice contre 1,9 chez celles en faisant, l'échelle étant : 0,

aucune lésion observée; 1, zones claires dépourvues de poil; 2, zones rouges dépourvues de poil; 3, présence de sérum ou de croûtes douloureuses; 4, blessures ouvertes infectées) ou par de l'exercice à l'extérieur pendant une durée minimale de 50 heures par période de quatre semaines (Keil et coll., 2006), bien que la mesure dans laquelle des réductions significatives biologiquement peuvent être obtenues dans les élevages dépend de divers changements relatifs à l'exploitation et aux vaches. De nouvelles recherches sont nécessaires à la compréhension des véritables effets isolés découlant de l'accès à l'extérieur.

Reproduction. Il a été démontré que les logements moins restrictifs donnent de meilleurs résultats physiologiques (par exemple involution utérine, Lamb et coll., 1979; dystocie, Popescu et coll., 2013) en matière de douleur et de risque accru de maladie et de réforme. Chez des vaches en stabulation entravée, il a aussi été prouvé que l'augmentation des déplacements grâce à l'accès à des espaces extérieurs diminue le nombre de traitements de problèmes de santé après le vêlage, particulièrement dans les 2 premières semaines de la nouvelle lactation (Gustafson, 1993).

Santé du pis. La mammite clinique est moins fréquente chez les vaches accédant à des espaces extérieurs que chez celles logées en permanence dans des stabulations entravées (Popescu et coll., 2013) et des stabulations libres à logettes (Washburn et coll., 2002). Lors du tarissement, le fait d'accorder une période de seulement 2 semaines de pâturage aux vaches en stabulation libre réduit la probabilité de mammite clinique pendant les 30 premiers jours de la lactation suivante (Green et coll., 2010). Il faut envisager avec prudence les relations entre accès à l'extérieur et taux de mammite, car cette dernière s'explique par une variété de facteurs de risque liés à la vache, à l'environnement et aux agents pathogènes (Jamali et coll., 2018).

Comportement de repos. Dans des études portant sur plusieurs exploitations, les bovins laitiers passent 8,5 à 9,5 h/jour couchés sur de la litière accumulée (Endres et Barberg, 2007) et au pâturage (Sepúlveda-Varas et coll., 2014; Beggs et coll., 2018b). Le nombre d'épisodes de repos est toutefois plus élevé dans les pâturages que dans les stabulations libres (15,3 épisodes/j contre 12,2 épisodes/j; Hernandez-Mendo et coll., 2007). Un nombre moins élevé d'épisodes de repos est associé à une moindre facilité à se lever et se coucher dans les environnements plus restrictifs (Haley et coll., 2000). Dans une étude réalisée par Gustafson et Lund-Magnussen (1995), le fait de permettre à des vaches de stabulation entravée d'accéder à l'extérieur pendant 1 h/j diminue presque de moitié le temps nécessaire à une vache pour se lever par rapport aux vaches attachées tout au long de l'étude, malgré des conditions de stalles identiques. On constate le même effet sur le temps nécessaire pour se coucher, avec des différences notables entre les vaches ayant accès à un pâturage (19 s), de la litière accumulée (59 s), des vaches de stabulation entravée accédant à l'extérieur pendant 1 h/j (118 s), et des vaches uniquement en stabulation entravée (123 s). Les environnements restreignant les mouvements (en raison du type de logement [c'est-à-dire la stabulation entravée] ou d'une conception de stalle incorrecte ou insuffisante) peuvent détériorer la condition physique des vaches (Krohn et coll., 1992), particulièrement leur santé articulaire (Gustafson et Lund-Magnussen, 1995). En outre, une corrélation est établie entre, d'une part, les environnements nuisant à la capacité de se coucher et de se lever et, d'autre part, l'incidence de la boiterie et des blessures (Zambelis et coll., 2019), susceptibles d'affecter la capacité locomotrice de la vache. Ainsi, les logements favorisant le mouvement présentent un double avantage : ils augmentent la probabilité d'amélioration de la santé et la condition physique générales des animaux tout en fournissant un environnement confortable leur

permettant de bouger plus facilement. Ces avantages sont obtenus par plusieurs stratégies de logement différentes. Pour réussir, les stratégies comportant un accès à l'extérieur doivent garantir la gestion adéquate des espaces extérieurs pour que les vaches ne marchent pas ni ne restent debout pendant de longues périodes (facteurs pouvant avoir des répercussions négatives sur leur bien-être; Beggs et coll., 2015; 2018a,b), ce qui contrecarrerait les avantages potentiels énumérés plus haut.

3.5 Références

- Ammer, S., C. Lambertz, D. von Soosten, K. Zimmer, U. Meyer, S. Dänicke et M. Gauly (2018). Impact of diet composition and temperature–humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 102(1), p. 103–113.
- Anderson, M.J., R.C. Lamb et J.L. Walters (1979). Effects of prepartum exercise on feed intake and milk production of multiparous cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 62, p. 1420–1423.
- Anderson, N.G. (2014). *Confort des vaches – Dimensions des stalles de stabulation entravée*, Guelph (Ontario): Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
- Anderson, N.G. (2016). *Confort des vaches laitières – Dimensions des logettes*, Guelph (Ontario): Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
- Angrecka, S. et P. Herbut (2015). Conditions for cold stress development in dairy cattle kept in free stall barns during severe frosts, *Czech Journal of Animal Science*, vol. 60(2), p. 81–87.
- Angrecka, S. et P. Herbut (2016). Impact of barn orientation on insolation and temperature of stalls surface, *Annals of Animal Science*, vol. 16(3), p. 887–896.
- Avendaño-Reyes, L., J.A. Hernández-Rivera, F.D. Álvarez-Valenzuela, U. Macías-Cruz, R. Díaz-Molina, A. Correa-Calderón, P.H. Robinson et J.G. Fadel (2012). Physiological and productive responses of multiparous lactating Holstein cows exposed to short-term cooling during severe summer conditions in an arid region of Mexico, *International Journal of Biometeorology*, vol. 56(6), p. 993–999.
- Barrientos, A.K., N. Chapinal, D.M. Weary, E. Galo et M.A.G. von Keyserlingk (2013). Herd-level risk factors for hock injuries in freestall-housed dairy cows in the northeastern United States and California, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 3758–3765.
- Beatty, D.T., A. Barnes, E. Taylor, D. Pethick, M. McCarthy et S.K. Maloney (2006). Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity, *Journal of Animal Science*, vol. 84(4), p. 972–985.
- Beggs, D.S., E.C. Jongman, P.E. Hemsworth et A.D. Fisher (2015). A survey of Australian dairy farmers to investigate animal welfare risks associated with increasing scale of production, *Journal of Dairy Science*, vol. 98, p. 5330–5338.
- Beggs, D.S., E.C. Jongman, P.E. Hemsworth et A.D. Fisher (2018a). Short communication: Milking order consistency of dairy cows in large Australian herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 603–608.

- Beggs, D.S., E.C. Jongman, P.E. Hemsworth et A.D. Fisher (2018b). Implications of prolonged milking time on time budgets and lying behavior of cows in large pasture-based dairy herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 10391–10397.
- Bergsten, C. et B. Pettersson (1992). The cleanliness of cows tied in stalls and the health of their hooves as influenced by the use of electric trainers, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 13(4), p. 229–238.
- Bernabucci, U., N. Lacetera, L.H. Baumgard, R.P. Rhoads, B. Ronchi et A. Nardone (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants, *Animals*, vol. 4(7), p. 1167–1183.
- Bernabucci, U., S. Biffani, L. Buggiotti, A. Vitali, N. Lacetera et A. Nardone (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 97(1), p. 471–486.
- Bewley, J.M., L.M. Robertson et E.A. Eckelkamp (2017). A 100-year review: Lactating dairy cattle housing management, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(12), p. 10418–10431.
- Bielfeldt, J.C., R. Badertscher, K.-H. Tölle et J. Krieter (2005). Risk factors influencing lameness and claw disorders in dairy cows, *Livestock Production Science*, vol. 95, p. 265–271.
- Black, R.A. et P.D. Krawczel (2016). A case study of behaviour and performance of confined or pastured cows during the dry period, *Animals*, vol. 6, p. 41.
- Black, R.A., S.R. van Amstel et P.D. Krawczel (2017). Effect of prepartum exercise, pasture turnout, or total confinement on hoof health, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 8338–8346.
- Blackshaw, J.K. et A.W. Blackshaw (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, vol. 34(2), p. 285–295.
- Blake, J.T., J.D. Olsen, J.L. Walters et R.C. Lamb (1982). Attaining and measuring physical fitness in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 65, p. 1544–1555.
- Bohmanova, J., I. Misztal et J.B. Cole (2007). Temperature–humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress, *Journal of Dairy Science*, vol. 90(4), p. 1947–1956.
- Borchers, M.R., Y.M. Chang, K.L. Proudfoot, B.A. Wadsworth, A.E. Stone et J.M. Bewley (2017). Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviours in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 5664–5674.
- Borderas, F.T., A.M.B. de Passillé et J. Rushen (2009). Temperature preferences and feed level of the newborn dairy calf, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 120(1–2), p. 56–61.
- Bouffard, V., A.M. de Passillé, J. Rushen, E. Vasseur, C.G.R. Nash, D.B. Haley et D. Pellerin (2017). Effect of following recommendations for tiestall configuration on neck and leg lesions, lameness, cleanliness, and lying time in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 2935–2943. doi:10.3168/jds.2016-11842.
- Bouraoui, R., M. Lahmar, A. Majdoub, M. Djemali et R. Belyea (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate, *Animal Research*, vol. 51(6), p. 479–491.

Boyer, V. et E. Vasseur (2020a, *sous presse*). Graduate student literature review: The impact of chain length and stall width on common outcome measures of dairy cow welfare in stall-based housing systems, *Journal of Dairy Science*, JDS.2020-19279.R2.

Boyer, V., A.M. de Passillé, S. Adam et E. Vasseur (2020b, *sous presse*). Making tie-stalls more comfortable: II. Increasing chain length to improve the ease of movement of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, JDS.2019-17666.R3.

Boyer, V., E. Edwards, M.F. Guiso, S. Adam, P. Krawczel, A.M. de Passillé et E. Vasseur (2020c, *sous presse*). Making tie-stalls more comfortable: III. Providing additional lateral space to improve the resting capacity and the comfort of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, JDS.2019-17667.R3.

Brouček, J., M. Letkovičová et K. Kovalčuj (1991). Estimation of cold stress effect on dairy cows, *International Journal of Biometeorology*, vol. 35(1), p. 29–32.

Broucek, J., P. Kisac et M. Uhrincat (2009). Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves, *International Journal of Biometeorology*, vol. 53(2), p. 201–208.

Brügemann, K., E. Gernand, U. König von Borstel et S. König (2012). Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems, *Archives Animal Breeding*, vol. 55(1), p. 13–24.

Brzozowska, A., M. Łukaszewicza, G. Sender, D. Kolasińska et J. Oprządek (2014). Locomotor activity of dairy cows in relation to season and lactation, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 156, p. 6–11.

Bucklin, R.A., D.R. Bray, J.G. Martin, L. Carlos et V. Carvalho (2009). Environmental temperatures in Florida dairy housing, *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 25(5), p. 727–735.

Busato, A., P. Trachsel et J.W. Blum (2000). Frequency of traumatic cow injuries in relation to housing systems in Swiss organic dairy herds, *Journal of Veterinary Medicine Series A*, vol. 47, p. 221–229. doi:10.1046/j.1439-0442.2000.00283.x.

Busby, D. et D. Loy (1996). Heat stress in feedlot cattle: Producer survey results. Ames (Iowa): Université Iowa State.

Calegari, F., L. Calamari et E. Frazzi (2014). Fan cooling of the resting area in a free stall dairy barn, *International Journal of Biometeorology*, vol. 58(6), p. 1225–1236.

Camiloti, T.V., J.A. Fregonesi, M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2012). Short communication: Effects of bedding quality on the lying behavior of dairy calves, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 3380–3383.

Carter, B.H., T.H. Friend, S.M. Garey, J.A. Sawyer, M.B. Alexander et M.A. Tomazewski (2014). Efficacy of reflective insulation in reducing heat stress on dairy calves housed in polyethylene calf hutches, *International Journal of Biometeorology*, vol. 58(1), p. 51–59.

Ceballos, A., D. Sanderson, J. Rushen et D.M. Weary (2004). Improving stall design: Use of 3-D kinematics to measure space use by dairy cows when lying down, *Journal of Dairy Science*, vol. 87, p. 2042–2050.

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) (2019) *Ammoniac*, disponible à l'adresse www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/ammonia.html, site consulté le 13 novembre 2019.

Centre canadien d'information laitière (CCIL) (2019). *Étables laitières par catégorie au Canada*, disponible à l'adresse www.dairyinfo.gc.ca/resources/prod/dairy/pdf/barn_types_f.pdf.

Chapinal, N., A.K. Barrientos, M.A.G. von Keyserlingk, E. Galo et D.M. Weary (2013). Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 318–328. doi:10.3168/jds.2012-5940.

Chapinal, N., Y. Liang, D.M. Weary, Y. Wang et M.A.G. von Keyserlingk (2014). Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 4309–4316. doi:10.3168/jds.2014-8089.

Chapinal, N., C. Goldhawk, A.M. de Passillé, M.A.G. von Keyserlingk, D.M. Weary et J. Rushen (2010). Overnight access to pasture does not reduce milk production or feed intake in dairy cattle, *Livestock Science*, vol. 129, p. 104–110.

Charlton, G.L., S.M. Rutter, M. East et L.A. Sinclair (2013). The motivation of dairy cows for access to pasture, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 4387–4396.

Chen, J.M., K.E. Schütz et C.B. Tucker (2013). Dairy cows use and prefer feed bunks fitted with sprinklers, *Journal of Dairy Science*, vol. 96(8), p. 5035–5045.

Chen, J.M., K.E. Schütz et C.B. Tucker (2016). Cooling cows efficiently with water spray: Behavioral, physiological, and production responses to sprinklers at the feed bunk, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(6), p. 4607–4618.

Chen, J.M., C.L. Stull, D.N. Ledgerwood et C.B. Tucket (2017). Muddy conditions reduce hygiene and lying time in dairy cattle and increased time spent on concrete, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 2090–2103.

CIGR Working Group (1984). *Climatization of Animal Houses*. Aberdeen (Royaume-Uni): CIGR.

Clark, P.C. et J.B. McQuitty (1987). Air quality in six Alberta commercial free-stall dairy barns, *Canadian Agricultural Engineering*, vol. 29(1), p. 77–80.

Coleman, D.A., B.R. Moss et T.A. McCaskey (1996). Supplemental shade for dairy calves reared in commercial calf hutches in a southern climate, *Journal of Dairy Science*, vol. 79, p. 2038–2043.

Collier, R.J., G.E. Dahl et M.J. VanBaale (2006). Major advances with environmental effects on dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 89(4), p. 1244–1253.

- Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage et Producteurs laitiers du Canada (CNSAÉ-PLC) (2009). *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins laitiers*, Lacombe (Alberta): Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage.
- Cook, N.B., R.L. Mentink, T.B. Bennett et K. Burgi (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90(4), p. 1674–1682.
- Cook, N.B., J.P. Hess, M.R. Foy, T.B. Bennett et R.L. Brotzman (2016). Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 5879–5891. doi:10.3168/jds.2016-10956.
- Correa-Calderon, A., D. Armstrong, D. Ray, S. DeNise, M. Enns et C. Howison (2004). Thermoregulatory responses of Holstein and Brown Swiss heat-stressed dairy cows to two different cooling systems, *International Journal of Biometeorology*, vol. 48(3), p. 142–148.
- Davidson, J.A. et D.K. Beede (2009). Exercise training of late-pregnant and nonpregnant dairy cows affects physical fitness and acid-base homeostasis, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 548–562.
- de Vries, M., E.A.M. Bokkers, C.G. van Reenen, B. Engel, G. van Schaik, T. Dijkstra et I.J.M. de Boer (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 118, p. 80–92.
- Deming, J.A., R. Bergeron, K.E. Leslie et T.J. DeVries (2013). Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 344–351.
- DeVries, T.J. (2019). Feeding behavior, feed space, and bunk design and management for adult dairy cattle, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 35, p. 61–76.
- DeVries, T.J., M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2004). Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 87, p. 1432–1438.
- Dikmen, S., E. Alava, E. Pontes, J.M. Fear, B.Y. Dikmen, T.A. Olson et P.J. Hansen (2008). Differences in thermoregulatory ability between slick-haired and wild-type lactating Holstein cows in response to acute heat stress, *Journal of Dairy Science*, vol. 91(9), p. 3395–3402.
- Dikmen, S. et P.J. Hansen (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?, *Journal of Dairy Science*, vol. 92(1), p. 109–116.
- Dippel, S., M. Dolezal, C. Brenninkmeyer, J. Brinkmann, S. March, U. Knierim et C. Winckler (2009). Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 5476–5486. doi:10.3168/jds.2009-2288.
- Dohme-Meier, F., L.D. Kaufmann, S. Görs, P. Junghans, C.C. Metges, H.A. van Dorland, R.M. Bruckmaier et A. Münger (2014). Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical

activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation, *Livestock Science*, vol. 162, p. 86–96.

Eckelkamp, E.A., C.N. Gravatte, C.O. Coombs et J.M. Brewley (2014). Case study: Characterization of lying behavior in dairy cows transitioning from a freestall barn with pasture access to a compost bedded pack barn without pasture access, *Professional Animal Scientist*, vol. 30(1), p. 109–113.

Endres, M.I. et A.E. Barberg (2007). Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 4192–4200.

Espejo, L.A. et M.I. Endres (2007). Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 306–314. doi:10.3168/jds.S0022-0302(07)72631-0.

Fiedler, M., W. Berg, C. Ammon, C. Loebstin, P. Sanftleben, M. Samer, K. von Bobrutzki, A. Kiwan et C.K. Saha (2013). Air velocity measurements using ultrasonic anemometers in the animal zone of a naturally ventilated dairy barn, *Biosystems Engineering*, vol. 116(3), p. 276–285.

Fournel, S., V. Ouellet et É. Charbonneau (2017). Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: A literature review, *Animals*, vol. 7(5), p. 37.

Fregonesi, J.A., D.M. Veira, M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2007a). Effects of bedding quality on lying behaviour of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 5468–5472.

Fregonesi, J.A., C.B. Tucker et D.M. Weary (2007b). Overstocking reduces lying time in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 3349–3354.

Fulwider, W.K., T. Grandin, D.J. Garrick, T.E. Engle, W.D. Lamm, N.L. Dalsted et B.E. Rollin (2007). Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 3559–3566. doi:10.3168/jds.2006-793.

Fuquay, J.W., A.B. Zook, J.W. Daniel, W.H. Brown et W.E. Poe (1979). Modifications in freestall housing for dairy cows during the summer, *Journal of Dairy Science*, vol. 62(4), p. 577–583.

Gaworski, M.A., C.B. Tucker et D.M. Weary (2003). Effects of two free-stall designs on dairy cattle behavior. *Fifth International Dairy Housing Conference: Conference Proceedings, 29–31 janvier 2003*, Forth Worth (Texas), États-Unis. St. Joseph (Michigan): American Society of Agricultural Engineers, p. 139–146.

Gebremedhin, K.G. et B. Wu (2001). A model of evaporative cooling of wet skin surface and fur layer, *Journal of Thermal Biology*, vol. 26(6), p. 537–545.

Gomez, A. et N.B. Cook (2010). Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 5772–5781. doi:10.3168/jds.2010-3436.

Graves, R.E., D.F. McFarland, J.T. Tyson et T.H. Wilson (2007), *Cow Tie Stall and Details*. Pennsylvanie: Penn State University Agricultural and Biological Engineering Cooperative Extension.

- Green, M.J., G.F. Medley, A.J. Bradley et W.J. Browne (2010). Management interventions in dairy herds: Exploring within herd uncertainty using an integrated Bayesian model, *Veterinary Research*, vol. 41, p. 22–31.
- Gustafson, G.M. (1993). Effects of daily exercise on the health of tied dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 17, p. 209–223.
- Gustafson, G.M. et E. Lund-Magnussen (1995). Effect of dairy exercise on the getting up and lying down behaviour of tied dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 25, p. 27–36.
- Haley, D.B., J. Rushen et A.M. de Passillé (2000). Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing, *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 80, p. 257–263.
- Hammami, H., J. Bormann, N. M’hamdi, H.H. Montaldo et N. Gengler (2013). Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment, *Journal of Dairy Science*, vol. 96(3), p. 1844–1855.
- Haskell, M.J., L.J. Rennie, V.A. Howell, M.J. Bell et A.B. Lawrence (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 4259–4266. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72472-9.
- Herbut, P. et S. Angrečka (2014). Ammonia concentrations in a free-stall dairy barn, *Annals of Animal Science*, vol. 14(1), p. 153–166.
- Hernandez-Mendo, O., M.A.G. von Keyserlingk, D.M. Veira et D.M. Weary (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 1209–1214.
- Hill, D.L. et E. Wall (2017). Weather influences feed intake and feed efficiency in a temperate climate, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(3), p. 2240–2257.
- Hultgren, J. (2001). Observational and experimental studies of the influence of housing factors on the behaviour and health of dairy cows, thèse de doctorat, Upsal, Suède: Sveriges lantbruksuniversitet, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae: Veterinaria*.
- Huzzey, J.M., T.J. DeVries, P. Valois et M.A.G. von Keyserlingk (2006). Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 126–133.
- Ito, K., N. Chapinal, D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2014). Associations between herd-level factors and lying behavior of freestall-housed dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 2081–2089. doi:10.3168/jds.2013-6861.
- Jamali, H., H.W. Barkema, M. Jacques, E.M. Lavalley-Bourget, F. Malouin, V. Saini, H. Stryhn et S. Dufour (2018). Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 4729–4746.
- Jewell, M.T., M. Cameron, J. Spears, S.L. McKenna, M.S. Cockram, J. Sanchez et G.P. Keefe (2019a). Prevalence of hock, knee, and neck skin lesions and associated risk factors in dairy herds in the Maritime Provinces of Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 102, p. 3376–3391. doi:10.3168/jds.2018-15080.

- Jewell, M.T., M. Cameron, J. Spears, S.L. McKenna, M.S. Cockram, J. Sanchez et G.P. Keefe (2019b). Prevalence of lameness and associated risk factors on dairy farms in the Maritime Provinces of Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 102, p. 3392–3405. doi:10.3168/jds.2018-15349.
- Joo, H.S., P.M. Ndegwa, A.J. Heber, J.Q. Ni, B.W. Bogan, J.C. Ramirez-Dorransoro et E. Cortus (2015). Greenhouse gas emissions from naturally ventilated freestall dairy barns, *Atmospheric Environment*, vol. 102, p. 384–392.
- Kadzere, C.T., M.R. Murphy, N. Silanikove et E. Maltz (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review, *Livestock Production Science*, vol. 77(1), p. 59–91.
- Karimi, M.T., G.R. Ghorbani, S. Kargar et J.K. Drackley (2015). Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 98(10), p. 6865–6875.
- Keil, N.M., T.U. Wiederkehr, K. Friedli et B. Wechsler (2006). Effects of frequency and duration of outdoor exercise on the prevalence of hock lesions in tied Swiss dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 74, p. 142–153. doi:10.1016/j.prevetmed.2005.11.005.
- Kielland, C., L.E. Ruud, A.J. Zanella et O. Østerås (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 5487–5496. doi:10.3168/jds.2009-2293.
- Kielland, C., K. Bøe, A.J. Zanella et O. Østerås (2010). Risk factors for skin lesions on the necks of Norwegian dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 3979–3989. doi:10.3168/jds.2009-2909.
- Kendall, P.E., G.A. Verkerk, J.R. Webster et C.B. Tucker (2007). Sprinklers and shade cool cows and reduce insect-avoidance behavior in pasture-based dairy systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 90(8), p. 3671–3680.
- Knaus, W. (2016). Perspectives on pasture versus indoor feeding of dairy cows, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 96, p. 9–17.
- Krawczel, P.D. et A.R. Lee (2019). Lying time and its importance to the dairy cow: Impact of stocking density and time budget stresses, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 35, p. 47–60.
- Krohn, C.C., L. Munksgaard et B. Jonassen (1992). Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments I. Experimental procedure, facilities, time budgets – Diurnal and seasonal conditions, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 34, p. 37–47.
- Lago, A., S.M. McGuirk, T.B. Bennett, N.B. Cook et K.V. Nordlund (2006). Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter, *Journal of Dairy Science*, vol. 89(10), p. 4014–4025.
- Lamb, R.C., B.O. Barker, M.J. Anderson et J.L. Walters (1979). Effects of forced exercise on two-year-old Holstein heifers, *Journal of Dairy Science*, vol. 62, p. 1791–1797.

- Lapointe, G.D. (2010). Vos vaches sont-elles « confortables »? *34e Symposium sur les Bovins Laitiers*. Drummondville (Québec): Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- Legrand, A.L., M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2009). Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 3651–3658.
- Loberg, J., E. Telezhenko, C. Bergsten et L. Lidfors (2004). Behaviour and claw health in tied dairy cows with varying access to exercise in an outdoor paddock, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 89, p. 1–16.
- López, E., M. Mellado, A.M. Martínez, F.G. Véliz, J.E. García, A. de Santiago et E. Carrillo (2018). Stress-related hormonal alterations, growth and pelleted starter intake in pre-weaning Holstein calves in response to thermal stress, *International Journal of Thermal Biology*, vol. 62(4), p. 493–500.
- López-Gatius, F., M. López-Béjar, M. Fenech et R.H.F. Hunter (2005). Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects, *Theriogenology*, vol. 63(5), p. 1298–1307.
- McConnachie, E., M.J. Hötzel, J.A. Robbins, A. Shriver, D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2019). Public attitudes towards genetically modified polled cattle, *PLoS ONE*, vol. 14(5).
- McPherson, S.E. et E. Vasseur (2020a). Graduate Student Literature Review: The impact of bedding, stall length, and manger wall height on common outcome measures of dairy cow welfare in stall-based housing systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 103, p. 1–11. doi:10.3168/jds.2020-18332.
- McPherson, S.E. et E. Vasseur (2020b, *sous presse*). Making tie-stalls more comfortable: IV. Increasing stall bed length and decreasing manger wall height to heal injuries and increase lying time in dairy cows housed in deep bedded tie-stalls, *Journal of Dairy Science*, JDS.2019-17668.R3.
- Miller-Cushon, E.K., A.M. Dayton, K.C. Horvath, A.P.A. Monteiro, X. Weng et S. Tao (2019). Effects of acute and chronic heat stress on feed sorting behaviour of lactating dairy cows, *Animal*, vol. 13(9), p. 2044–2051.
- Mitloehner, F.M. et M.S. Calvo (2008). Worker health and safety in concentrated animal feeding operations, *Journal of Agricultural Safety and Health*, vol. 14(2), p. 163–187.
- Moore, D.A., J.L. Duprau et J.R. Wenz (2012). Short communication: Effects of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 4050–4054.
- Nardone, A., B. Ronchi, N. Lacetera et U. Bernabucci (2006). Climatic effects on productive traits in livestock, *Veterinary Research Communications*, vol. 30 (suppl. 1), p. 75–81.
- Nash, C.G.R., D.F. Kelton, T.J. DeVries, E. Vasseur, J. Coe, J.C.Z. Heyerhoff, V. Bouffard, D. Pellerin, J. Rushen, A.M. de Passillé et D.B. Haley (2016). Prevalence of and risk factors for

hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 6494–6506. doi:10.3168/jds.2015-10676.

National Research Council (NRC) (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7^e éd. rév. Washington (D. C.): National Academy Press.

Ngwabie, N.M., K.H. Jeppsson, S. Nimmermark, C. Swensson et G. Gustafsson (2009). Multi location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows, *Biosystems Engineering*, vol. 103(1), p. 68–77.

Ngwabie, N.M., A. Vanderzaag, S. Jayasundara et C. Wagner-Riddle (2014). Measurements of emission factors from a naturally ventilated commercial barn for dairy cows in a cold climate, *Biosystems Engineering*, vol. 127, p. 103–114.

Nienaber, J.A. et G.L. Hahn (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges, *International Journal of Biometeorology*, vol. 52(2), p. 149–157.

Nonnecke, B.J., M.R. Foote, B.L. Miller, M. Fowler, T.E. Johnson et R.L. Horst (2009). Effects of chronic environmental cold on growth, health, and select metabolic and immunologic responses of preruminant calves, *Journal of Dairy Science*, vol. 92(12), p. 6134–6143.

Nordlund, K.V., P. Strassburg, T.B. Bennett, G.R. Oetzel et N.B. Cook (2019). Thermodynamics of standing and lying behavior in lactating dairy cows in freestall and parlor holding pens during conditions of heat stress, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(7), p. 6495–6507.

Norring, M., E. Manninen, A.M. de Passillé, J. Rushen, L. Munksgaard et H. Saloniemi (2008). Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 91, p. 570–576. doi:10.3168/jds.2007-0452.

Olmos, G., L. Boyle, A. Hanlon, J. Patton, J.J. Murphy et J.F. Mee (2009). Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows, *Livestock Science*, vol. 125, p. 199–207.

Olson, D.P., C.J. Papasian et R.C. Ritter (1980). The effects of cold stress on neonatal calves. II. Absorption of colostral immunoglobulins, *Revue canadienne de médecine comparée*, vol. 44(1), p. 19–23.

Ortiz, X.A., J.F. Smith, F. Rojano, C.Y. Choi, J. Bruer, T. Steele, N. Schuring, J. Allen et R.J. Collier (2015). Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions, *Journal of Dairy Science*, vol. 98(3), p. 1759–1771.

Pajor, E.A., J. Rushen et A.M.B. de Passillé (2003). Dairy cattle's choice of handling treatments in a Y-maze, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 80, p. 93–107.

Perano, K.M., J.G. Usack, L.T. Angenent et K.G. Gebremedhin (2015). Production and physiological responses of heat-stressed lactating dairy cattle to conductive cooling, *Journal of Dairy Science*, vol. 98(8), p. 5252–5261.

Pereira, A.M.F., E.L. Titto, P. Infante, C.G. Titto, A.M. Geraldo, A. Alves, T.M. Leme, F. Baccari et J.A. Almeida (2014). Evaporative heat loss in *Bos taurus*: Do different cattle breeds cope with heat stress in the same way?, *Journal of Thermal Biology*, vol. 45, p. 87–95.

- Phillips, C.J.C. et I.D. Morris (2001). The locomotion of dairy cows on floor surfaces with different frictional properties, *Journal of Dairy Science*, vol. 84(3), p. 623–628.
- Platz, S., F. Ahrens, J. Bendel, H.H.D. Meyer et M.H. Erhard (2008). What happens with cow behavior when replacing concrete slatted floor by rubber coating: A case study, *Journal of Dairy Science*, vol. 91, p. 999–1004.
- Plesch, G. (2011). Cleanliness versus cow comfort – An insolvable problem? thèse de doctorat, Cassel, Allemagne: Université de Cassel.
- Plesch, G. et U. Knierim (2012). Effects of housing and management conditions on teat cleanliness of dairy cows in cubicle systems taking into account body dimensions of the cows, *Animal*, vol. 6, p. 1360–1368. doi:10.1017/S1751731112000031.
- Polsky, L. et M.A.G. von Keyserlingk (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(11), p. 8645–8657.
- Popescu, S., C. Borda, E.A. Diugan, M. Spinu, I.S. Groza et C.D. Sandru (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 55, p. 43. doi:10.1186/1751-0147-55-43.
- Potterton, S.L., M.J. Green, J. Harris, K.M. Millar, H.R. Whay et J.N. Huxley (2011). Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 94, p. 2952–2963. doi:10.3168/jds.2010-4084.
- Proudfoot, K.L., M.A.G. von Keyserlingk, D.M. Veira et D.M. Weary (2009). Competition at the feed bunk changes the feeding, standing and social behavior of transition dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 3116–3123.
- Proudfoot, K.L., D.M. Weary, S.J. LeBlanc, L.K. Mamedova et M.A.G. von Keyserlingk (2018). Exposure to an unpredictable and competitive social environment affects behavior and health of transition dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 9309–9320.
- Radoń, J., W. Bieda, J. Lendelová et Š. Pogran (2014). Computational model of heat exchange between dairy cow and bedding, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 107, p. 29–37.
- Ravagnolo, O. et I. Misztal (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation, *Journal of Dairy Science*, vol. 83(9), p. 2126–2130.
- Rawson, R.E., H.E. Dziuk, A.L. Good, J.F. Anderson, D.W. Bates et G.R. Ruth (1989). Thermal insulation of young calves exposed to cold, *Revue canadienne de recherche vétérinaire*, vol. 53(3), p. 275–278.
- Regula, G., J. Danuser, B. Spycher et B. Wechsler (2004). Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 66, p. 247–264.
- Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. de Basilio, J.L. Gourdine et R.J. Collier (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production, *Animal*, vol. 6(5), p. 707–728.

- Rushen, J., A.M. de Passillé, M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2008). *The Welfare of Cattle*. Dordrecht (Pays-Bas): Springer.
- Rutherford, K.M.D., F.M. Langford, M.C. Jack, L. Sherwood, A.B. Lawrence et M.J. Haskell (2009). Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom, *Veterinary Journal*, vol. 180, p. 95–105. doi:10.1016/j.tvjl.2008.03.015.
- Ruud, L.E., K.E. Bøe et O. Østerås (2010). Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 5216–5224. doi:10.3168/jds.2010-3321.
- Ruud, L.E., C. Kielland, O. Østerås et K.E. Bøe (2011). Free-stall cleanliness is affected by stall design, *Livestock Science*, vol. 135, p. 265–273. doi:10.1016/j.livsci.2010.07.021.
- Sakatani, M., A.Z. Balboula, K. Yamanaka et M. Takahashi (2012). Effect of summer heat environment on body temperature, estrous cycles and blood antioxidant levels in Japanese Black cow, *Animal Science Journal*, vol. 83(5), p. 394–402.
- Schütz, K.E., A.R. Rogers, N.R. Cox et C.B. Tucker (2009). Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 116(1), p. 28–34.
- Schütz, K.E., A.R. Rogers, Y.A. Poulouin, N.R. Cox et C.B. Tucker (2010). The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 93(1), p. 125–133.
- Schütz, K.E., V.M. Cave, N.R. Cox, F.J. Huddart et C.B. Tucker (2019). Effects of 3 surface types on dairy cattle behavior, preference, and hygiene, *Journal of Dairy Science*, vol. 102, p. 1530–1541.
- Sepúlveda-Varas, P., D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2014). Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 6334–6343.
- Shepley, E. (2020). A cow in motion: The impact of housing systems on movement opportunity of dairy cows and the implications on locomotor activity, behaviour, and welfare, thèse de doctorat, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec): Université McGill.
- Shepley, E., J.B. Lensink, H. Leruste et E. Vasseur (2019a). The effect of free-stall versus strawyard housing and access to pasture on dairy cow locomotor activity and time budget, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 226, p. 104928.
- Shepley, E., G. Obinu, T. Bruneau et E. Vasseur (2019b). The effect of housing tie-stall dairy cows in loose-pens over the duration of an eight-week dry period on lying time, lying postures, and rising and lying-down ability, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(7), p. 6508–6517.
- Shepley, E., J. Lensink et E. Vasseur (2020). A cow in motion: A review of the impact of housing systems on movement opportunity of dairy cows and implications on locomotor activity, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 230, p. 105026.
- Smith, J.F., B.J. Bradford, J.P. Harner, J.C. Potts, J.D. Allen, M.W. Overton, X.A. Ortiz et R.J. Collier (2016). Short communication: Effect of cross ventilation with or without evaporative pads on core body temperature and resting time of lactating cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(2), p. 1495–1500.

Smits, M.J.C., K. Frankena, J.H.M. Metz et J.P.T.M. Noordhuizen (1992). Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows, *Livestock Production Science*, vol. 32, p. 231–244.

Solano, L., H.W. Barkema, E.A. Pajor, S. Mason, S.J. LeBlanc, J.C.Z. Heyerhoff, C.G.R. Nash, D.B. Haley, E. Vasseur, D. Pellerin, J. Rushen, A.M. de Passillé et K. Orsel (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 98(10), p. 6978–6991.

Solano, L., H.W. Barkema, E.A. Pajor, S. Mason, S.J. LeBlanc, C.G.R. Nash, D.B. Haley, D. Pellerin, J. Rushen, A.M. de Passillé, E. Vasseur et K. Orsel (2016). Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 2086–2101. doi:10.3168/jds.2015-10336.

Somers, J.G.C.J., K. Frankena, E.N. Noordhuizen-Stassen et J.H.M. Metz (2003). Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 86, p. 2082–2093.

Soriani, N., G. Panella et L. Calamari (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production, *Journal of Dairy Science*, vol. 96(8), p. 5082–5094.

Sova, A.D., S.J. LeBlanc, B.W. McBride et T.J. DeVries (2013). Associations between herd-level feeding management practices, feed sorting, and milk production in freestall dairy farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 4759–4770.

Spain, J.N. et D.E. Spiers (1996). Effects of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment, *Journal of Dairy Science*, vol. 79, p. 639–646.

Spiers, D.E., J.N. Spain, J.D. Sampson et R.P. Rhoads (2004). Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows, *Journal of Thermal Biology*, vol. 29(7–8), p. 759–764.

St John, J., J. Rushen, S. Adam et E. Vasseur (2020, *sous presse*). Making tie-stalls more comfortable: I. Adjusting tierail height and forward position to improve dairy cows' ability to rise and lie down, *Journal of Dairy Science*, JDS.2019-17665.R3.

Strickland, J.T., R.A. Bucklin, R.A. Nordstedt, D.K. Beede et D.R. Bray (1989). Sprinkler and fan cooling system for dairy cows in hot, humid climates, *American Society of Agricultural Engineers*, vol. 5(2), p. 231–236.

Svensson, C., J. Hultgren et P.A. Oltenacu (2006). Morbidity in 3-7-month-old dairy calves in south-western Sweden, and risk factors for diarrhoea and respiratory disease, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 74(2–3), p. 162–179.

Teye, F.K. et M. Hautala (2007). Measuring ventilation rates in dairy buildings, *International Journal of Ventilation*, vol. 6(3), p. 247–256.

Teye, F.K., M. Hautala, M. Pastell, J. Praks, I. Veermäe, V. Poikalainen, A. Pajumägi, T. Kivinen et J. Ahokas (2008). Microclimate and ventilation in Estonian and Finnish dairy buildings, *Energy and Buildings*, vol. 40(7), p. 1194–1201.

- Tripou, I., L.T. Czyszter, M. Bura et E.N. Sossidou (2014). Effects of seasonal and climate variations on calves' thermal comfort and behaviour, *International Journal of Biometeorology*, vol. 58(7), p. 1471–1478.
- Tucker, C.B., D.M. Weary et D. Fraser (2004). Free-stall dimensions: Effects on preference and stall usage, *Journal of Dairy Science*, vol. 87, p. 1208–1216. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73271-3.
- Tucker, C.B., D.M. Weary et D. Fraser (2005). Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness, *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 2730–2737. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72952-0.
- Tucker, C.B., G. Zdanowicz et D.M. Weary (2006). Brisket boards reduce freestall use, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 2603–2607. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72337-2.
- Tucker, C.B., D.M. Weary, M.A.G. von Keyserlingk et K.A. Beauchemin (2009). Cow comfort in tie-stalls: Increased depth of shavings or straw bedding increases lying time, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 2684–2690. doi:10.3168/jds.2008-1926.
- Turner, L.W., J.P. Chastain, R.W. Hemken, R.S. Gates et W.L. Crist (1992). Reducing heat stress in dairy cows through sprinkler and fan cooling, *American Society of Agricultural Engineers*, vol. 8(2), p. 251–256.
- Valacta (2014). *L'étable, source de confort : Guide pratique pour l'évaluation et l'amélioration du confort à l'étable*, disponible à l'adresse www.valacta.com/gpc/_media/Document/guide-confort-etable-final2.pdf, site consulté le 24 juillet 2018.
- Valtorta, S.E., P.E. Leva et M.R. Gallardo (1997). Evaluation of different shades to improve dairy cattle well-being in Argentina, *International Journal of Biometeorology*, vol. 41(2), p. 65–67.
- van der Tol, P.P.J., J.H.M. Metz, E.N. Noordhuizen-Stassen, W. Back, C.R. Braam et W.A. Weijts (2005). Frictional forces required for unrestrained locomotion in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 615–624.
- van Gastelen, S., B. Westerlaan, D.J. Houwers et F.J.C.M. van Eerdenburg (2011). A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials, *Journal of Dairy Science*, vol. 94, p. 4878–4888. doi:10.3168/jds.2010-4019.
- Vasseur, E., J. Gibbons, J. Rushen, D. Pellerin, E. Pajor, D. Lefebvre et A.M. de Passillé (2015). An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 98, p. 698–708. doi:10.3168/jds.2014-8224.
- Veissier, I., E. Van Iaer, R. Palme, C.P.H. Moons, B. Ampe, B. Sonck, S. Andanson et F.A.M. Tuytens (2018). Heat stress in cows at pasture and benefit of shade in a temperate climate region, *International Journal of Biometeorology*, vol. 62(4), p. 585–595.
- Villetaz Robichaud, M., A. Pic, H. Delgado, S. Adam, R. Lacroix, D. Pellerin et E. Vasseur (2020). Short communication: Use of the Clegg hammer measure as an indicator of stall-surface compressibility in tiestall housing and its relationship with stall comfort, *Journal of Dairy Science*, vol. 103(1), p. 871–876.

Vizzotto, E.F., V. Fischer, A. Thaler Neto, A.S. Abreu, M.T. Stumpf, D. Werncke, F.A. Schmidt et C.M. McManus (2015). Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics, *Animal*, vol. 9(9), p. 1559–1566.

von Keyserlingk, M.A.G., A. Barrientos, K. Ito, E. Galo et D.M. Weary (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 7399–7408. doi:10.3168/jds.2012-5807.

Washburn, S.P., S.L. White, J.T. Green et G.A. Benson (2002). Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 85, p. 105–111.

Weary, D.M. (2017). Getting stocking density right for your cows, *Advances in Dairy Technology*, vol. 29, p. 243–253.

Wells, S.J., L.P. Garber et B.A. Wagner (1999). Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 38, p. 11–24.

West, J.W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 86(6), p. 2131–2144.

West, J.W., B.G. Mullinix et J.K. Bernard (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 86(1), p. 232–242.

Winckler, C., C.B. Tucker et D.M. Weary (2015). Effects of under- and overstocking freestalls on dairy cattle behaviour, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 170, p. 14–19.

Woolpert, M.E., H.M. Dann, K.W. Cotanch, C. Melilli, L.E. Chase, R.J. Grant et D.M. Barbano (2017). Management practices, physically effective fiber, and ether extract are related to bulk tank milk de novo fatty acid concentrations on Holstein dairy farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 5097–5106.

Zaffino-Heyerhoff, J.C., S.J. LeBlanc, T.J. DeVries, C.G.R. Nash, J. Gibbons, K. Orsel, H.W. Barkema, L. Solano, J. Rushen, A.M. de Passillé et D.B. Haley (2014). Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 173–184. doi:10.3168/jds.2012-6367.

Zambelis, A., M. Gagnon-Barbin, J. St John et E. Vasseur (2019). Development of scoring systems for abnormal rising and lying down by dairy cattle, and their relationship with other welfare outcome measures, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 220, p. 104858.

Zimbelman, R.B., R.P. Rhoads, M.L. Rhoads, G.C. Duff, L.H. Baumgard et R.J. Collier (2009). A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proceedings of the Southwest Nutrition Management Conference*, Tempe (Arizona) États-Unis.

Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson et S. Millman (2005a). Stall dimensions and the prevalence of lameness, injury, and cleanliness on 317 tie-stall dairy farms in Ontario, *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 46, p. 902–909.

Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson et S. Millman (2005b). Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 3201–3210. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)73003-4.

4 Prise en charge de la douleur causée par les états et les procédures douloureuses

Conclusions :

- 1. L'évaluation de la douleur chez les animaux est difficile et nécessite que la méthodologie de l'étude et la sélection des résultats soient soigneusement considérées. La prise en charge préventive de la douleur dans les procédures douloureuses est préférable aux traitements postérieurs aux procédures et, en cas d'état pathologique douloureux, il vaut mieux adopter une thérapie tôt au cours de la maladie afin d'atténuer au mieux la réponse à la douleur.**
- 2. Un corpus abondant a montré les avantages de l'utilisation d'une anesthésie locale et d'une analgésie par anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) dans l'ébourgeonnage par cautérisation. Les essais examinant l'ébourgeonnage à la pâte caustique ont montré de façon répétée les avantages de l'utilisation d'un anesthésiant local et d'un analgésique AINS.**
- 3. La sédation à la xylazine a produit des effets bénéfiques dans un essai de 2019, mais des recherches complémentaires devront déterminer ses effets, particulièrement dans le soulagement de la douleur et du stress de l'ébourgeonnage.**
- 4. La dystocie est douloureuse pour la vache et le veau. L'administration d'analgésiques AINS après le vêlage soulagerait la douleur, mais de nouvelles recherches doivent le confirmer. D'après les données probantes actuelles, l'utilisation de flunixin méglumine est déconseillée, car elle augmenterait le risque de rétention placentaire. Cet effet n'a pas été observé dans les autres thérapies AINS. L'administration d'un AINS aux veaux à la suite d'une dystocie produit des résultats mitigés, mais il a été montré qu'elle présente quelques avantages sans aucun effet nocif.**
- 5. Un corpus solide de données probantes appuie l'utilisation d'une thérapie AINS en cas de mammite sévère aux fins de réduction de l'inflammation et des indicateurs de douleur. Bien qu'il faille approfondir les recherches pour déterminer l'incidence des traitements AINS sur la mammite clinique légère ou modérée, les données disponibles indiquent que la thérapie AINS bénéficie à toutes les catégories cliniques.**
- 6. Bien que la douleur provoquée par la métrite chez les bovins soit une évidence, des recherches sont nécessaires pour déterminer si les thérapies AINS modifient de façon pertinente cliniquement les résultats comportementaux et physiologiques associés à la douleur, étant donné que les travaux antérieurs s'intéressaient généralement uniquement aux résultats relatifs à la santé reproductive.**
- 7. Fournir aux veaux diarrhéiques un traitement AINS d'appoint améliore les résultats de façon éprouvée. Cela pourrait partiellement être dû aux effets analgésiques des médicaments sur le malaise et la douleur gastro-intestinale.**

- 8. Bien qu'on dispose seulement d'un petit nombre d'études répétées sur une même sorte d'intervention chirurgicale, les données globales montrent que l'utilisation conjuguée d'un anesthésiant local et d'une analgésie par AINS apporte des avantages généraux dans les opérations de bovins, y compris les chirurgies mineures. Des recherches complémentaires devront déterminer plus précisément la véritable efficacité et la durée adéquate de la thérapie pour chaque type d'intervention.**

4.1 Grands principes

Chez les bovins, la douleur est causée par une lésion tissulaire, une lésion nerveuse ou une inflammation, et elle est souvent associée à une hypersensibilité due à une hyperalgie (à savoir l'augmentation de la réponse à un stimulus douloureux) et une allodynie (à savoir la réponse douloureuse à un stimulus qui normalement ne cause pas de douleur) (Coetzee, 2017). Si un tissu est atteint, la douleur peut persister jusqu'à la guérison, mais les lésions nerveuses peuvent causer une douleur durant bien plus longtemps (Whay, 2016; Adcock et Tucker, 2018; Vidondo et coll., 2019). La nature de la douleur (durée, intensité et qualité) dépend de plusieurs facteurs, comme la sévérité de la lésion, les expériences précédentes et concomitantes de douleur ou de stress, la modulation cognitive, sociale et émotionnelle, ainsi que la qualité et la durée des anesthésiants ou des analgésiques (Adcock et Tucker, 2018). Il est parfois difficile d'évaluer la douleur, et les questions de recherche nécessitent parfois de conjuguer des mesures comportementales et physiologiques (Mainau et Manteca, 2011). Dans plusieurs interventions ou états, l'absence de réaction comportementale cliniquement évidente ne doit pas nécessairement indiquer l'absence de nocivité perçue (Stafford et Mellor, 2011; Mainau et Manteca, 2011). C'est pourquoi il est essentiel de prendre en considération des résultats adéquats dans la conception des études visant à mener et interpréter des recherches sur la douleur chez les bovins laitiers.

La prise en charge préventive de la douleur est préférable, quand elle est possible. Elle doit réduire la sensibilisation aux stimulus suivants susceptibles d'amplifier la signalisation de la douleur (Coetzee, 2017). Il a été montré que de façon générale, une méthode multimodale reposant à la fois sur une anesthésie locale pour prévenir la douleur aiguë et sur un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) pour réduire l'inflammation réduit la douleur et la détresse du bétail, après des interventions ou des états douloureux (Coetzee, 2017). Les thérapies AINS étiquetées pour les bovins au Canada sont généralement jugées sans danger, possèdent une marge de sécurité large, et leurs effets indésirables trouvés dans les essais examinés dans la présente section étaient négligeables, à l'exception notable traitée dans la *section 4.3 : Dystocie (vache et veau)*. Par conséquent, il est recommandé de prendre en charge, d'une part, la douleur aiguë au moyen d'une anesthésie locale et, d'autre part, la douleur inflammatoire au moyen d'une analgésie par AINS en cas d'intervention ou d'état connus pour causer une douleur aiguë et une inflammation. Les traitements préventifs des interventions douloureuses sont préférables et, pour les états pathologiques douloureux, les thérapies intervenant tôt dans le cours de la maladie sont privilégiées comme meilleure forme d'atténuation de la réponse à la douleur.

4.2 Ébourgeonnage par cautérisation et à la pâte caustique

De solides éléments probants appuient l'utilisation conjuguée d'un anesthésiant local et d'un AINS pour l'ébourgeonnage au fer chaud, car l'utilisation des deux médications réduit de façon répétée les indicateurs comportementaux et physiologiques de la douleur comparativement aux situations où un seul des deux médicaments est donné ou dans lesquelles la douleur n'est pas prise en charge (Stafford et Mellor, 2011; Stock et coll., 2013; Winder et coll., 2018). Une méta-analyse récente suppose que l'hétérogénéité des effets serait en partie due à la variété d'AINS et aux doses administrées, mais cette piste n'a pas été suffisamment explorée (Winder et coll., 2018).

Peu de travaux ont examiné l'utilisation de sédatifs à des fins de réduction de la réponse au stress provoqué par l'ébourgeonnage. Une étude récente de Cuttance et coll. (2019) montre les avantages d'une sédation à la xylazine sur les résultats comportementaux le premier jour suivant l'ébourgeonnage. Il faudrait toutefois d'autres études pour déterminer l'effet de ce traitement. Il a été montré que la xylazine seule est inefficace dans l'atténuation de la douleur de l'ébourgeonnage (Grøndahl-Nielsen et coll., 1999; Stilwell et coll., 2010). Il a aussi été constaté que la sédation réduit le stress de la manipulation (Grøndahl-Nielsen et coll., 1999), mais peut causer une baisse de température chez les jeunes veaux, dont la thermorégulation n'est pas encore suffisante (Vasseur et coll., 2014).

La nature, la durée et l'intensité de la douleur causée par une brûlure chimique peuvent différer de celles d'une brûlure thermique (Bromberg et coll., 1965), c'est pourquoi la prise en charge de la douleur entraînée par cette méthode nécessite des recherches spécifiques supplémentaires. De plus, l'ébourgeonnage à la pâte caustique est associé à l'adoption moindre par les producteurs de méthodes de prise en charge de la douleur par rapport à l'ébourgeonnage par cautérisation, aux États-Unis (Adams et coll., 2015) comme au Canada (Winder et coll., 2016).

Bien que les recherches portant sur la prise en charge de la douleur de veaux ébourgeonnés à la pâte caustique soient moins nombreuses que celles s'intéressant à la douleur de l'ébourgeonnage par cautérisation, les données probantes actuelles indiquent que la méthode la plus efficace est l'utilisation conjuguée d'un anesthésiant local et d'un analgésique AINS. L'emploi d'un anesthésiant seulement produit un avantage initial (Morisse et coll., 1995; Stilwell et coll., 2009; Reedman et coll., 2019), mais la combinaison d'un anesthésiant local et d'un analgésique AINS entraîne des réductions remarquablement plus longues des résultats comportementaux et physiologiques associés à la douleur (Stilwell et coll., 2009; Winder et coll., 2017; Yakan et coll., 2018; Reedman et coll., 2019). Il se peut que la méthode d'administration de l'anesthésiant local importe en cas d'ébourgeonnage à la pâte caustique, car les premiers essais administraient l'anesthésiant par anesthésie du nerf cornual, tandis qu'un autre essai constate l'inefficacité d'un anesthésiant administré localement par anesthésie de l'anneau (Vickers et coll., 2005). Il se peut que les effets locaux de la pâte interfèrent avec l'anesthésie locale du site, contrairement à ce qui se passe quand le nerf est désensibilisé à une certaine distance du bourgeon cornual. Il a été démontré qu'un AINS administré sans anesthésie locale ne suffit pas à la prise en charge de la douleur aiguë causée par un ébourgeonnage à la pâte caustique (Stilwell et coll., 2008; Winder et coll., 2017; Karlen et coll., 2019) et qu'un opiacé employé seul était également inefficace (Braz et coll., 2012).

4.3 Dystocie (vache et veau)

La dystocie désigne un vêlage prolongé, avec ou sans extraction assistée du veau (Mee, 2008). Cet état entraîne manifestement de la douleur : les bovins sujets à une dystocie affichent des différences marquées dans les indicateurs comportementaux et physiologiques de la douleur (Mainau et Manteca, 2011; Swartz et coll., 2018). Cependant, peu d'essais examinent l'incidence des traitements de prise en charge de la douleur en cas de dystocie. En effet, la plupart des études portent sur les effets des thérapies AINS sur le vêlage en général (Mainau et Manteca, 2011; Lavan et coll., 2012). Une étude de Newby et coll. (2013a), observant spécifiquement des vaches ayant un vêlage assisté, rapporte que les vaches traitées au méloxicam se rendent à la mangeoire plus souvent dans les 24 premières heures suivant l'injection, mais aucune autre différence n'est constatée concernant les autres résultats. Notons toutefois que le traitement a été donné 24 heures après le vêlage, ce qui est susceptible d'avoir réduit les effets sur l'inflammation. Les essais administrant une thérapie AINS à toutes les vaches au moment du vêlage, ou autour du vêlage, donnent des résultats divers. Mainau et coll. (2014) n'observent pas d'effet avantageux du méloxicam; deux essais repèrent un risque accru de rétention placentaire en cas d'administration de flunixin méglumine (Waelchli et coll., 1999; Newby et coll., 2017); et un essai indique la réduction du risque de rétention placentaire après l'administration de kétoprofène (Richards et coll., 2009). Selon les données probantes actuelles, rien ne justifie que toutes les vaches reçoivent un traitement au moment du vêlage. En revanche, il pourrait être recommandé de traiter les vaches en cas de dystocie, car on sait que cet état provoque de la douleur, mais l'efficacité des thérapies AINS dans ce cas mériterait d'être étudiée davantage. En raison du risque accru de rétention placentaire, la flunixin méglumine ne doit pas être utilisée à cette fin.

La dystocie est également douloureuse pour le veau (Mellor et Stafford, 2004). Dans une étude de cohorte récente sur 215 génisses néonatales dans 3 exploitations commerciales de l'Ontario, il a été découvert fortuitement que 7 % des veaux présentaient des fractures costales (Dunn et coll., 2018), ce qui signifie que les blessures des veaux issus d'une parturition dystocique sont probablement insuffisamment reconnues ou non diagnostiquées. Les essais examinant l'incidence d'une thérapie AINS chez des veaux issus d'une parturition dystocique sont relativement récents, et leurs résultats mitigés. Certains constatent que les traitements administrés à des veaux nés après un vêlage légèrement ou modérément assisté (Gladden et coll., 2018) ou un vêlage assisté (Pearson et coll., 2019a) n'apportent aucun avantage, tandis que d'autres ont prouvé qu'ils amélioraient le rendement du veau (Murray, 2014; Pearson et coll., 2019b), son comportement (Murray, 2014; Gladden et coll., 2019) et sa santé (Murray, 2014). Il faut reconnaître que les veaux nés après une dystocie ressentent de la douleur et peuvent subir des blessures musculosquelettiques. Bien que les recherches actuelles sur les avantages de l'analgésie par AINS ne soient pas concluantes, les essais cités ci-dessus ne rapportent pas d'effets nocifs des traitements par AINS, et ces derniers pourraient bénéficier au bien-être des animaux par l'atténuation de la douleur et de l'inflammation.

4.4 Mammite

Bien que sa définition exacte varie selon les recherches (Smith et Hillerton, 1999), la mammite clinique est généralement classée en mammite légère, modérée ou sévère (Wenz et coll., 2006). Les cas de mammite légère se manifestent par des vaches dont le lait est visiblement anormal et qui ne présentent ni œdème notable ni chaleur de la glande mammaire; les cas modérés se

manifestent généralement par un lait anormal avec un quartier anormal (chaleur, œdème ou douleur), ou par des signes minimaux de maladie systémique; les cas sévères sont caractérisés par du lait anormal, avec ou sans changement de la glande mammaire, mais avec des signes de maladie systémique comme de la fièvre, une fréquence cardiaque ou respiratoire plus élevée, de la déshydratation ou une fonction du rumen diminuée (Roberson, 2012).

Il est difficile d'évaluer la douleur causée par la mammite (Fitzpatrick et coll., 2000). À titre d'exemple, en général, les animaux atteints de maladie systémique restent plus couchés, alors que le contraire s'avère parfois chez les bovins atteints de mammite qui cherchent à réduire la pression sur la glande mammaire (Siivonen et coll., 2011; de Boyer des Roches et coll., 2018). En revanche, les indicateurs comportementaux et physiologiques de la douleur sont visibles dans toutes les catégories de mammite clinique, et ils traduisent des états douloureux (Milne, 2004; Milne et coll., 2004; Leslie et Petersson-Wolfe, 2012; Peters et coll., 2015). Les signes de douleur augmentent quand la sévérité clinique croît (Milne et coll., 2004; Peters et coll., 2015), et tôt dans le cours de la maladie pour un cas donné (de Boyer des Roches et coll., 2017).

Alors que de nombreux essais ont examiné les thérapies de la mammite clinique par AINS (Francoz et coll., 2017), peu d'essais se sont intéressés aux résultats associés à la douleur en cas de mammite légère ou modérée ou ont été conçus pour évaluer les changements physiologiques ou comportementaux liés à la douleur. Les bienfaits d'une thérapie AINS en cas de mammite sévère sont clairement établis, notamment la diminution des indicateurs de douleur et de l'inflammation ainsi qu'un meilleur rétablissement (Leslie et Petersson-Wolfe, 2012; Fitzpatrick et coll., 2013). Il a été montré que l'administration d'une thérapie AINS dans les cas légers ou modérés améliore les taux de rétablissement (Milne et coll., 2004; McDougall et coll., 2009, 2016) et réduit la réponse à la stimulation mécanique, ce qui indique une sensibilité moindre de la glande mammaire (Milne, 2004). Bien qu'il soit nécessaire de mener de nouvelles recherches pour déterminer l'incidence des traitements par AINS sur la douleur causée par une mammite clinique légère ou modérée, les données probantes actuelles montrent que ce type de thérapie est utile pour toutes les catégories cliniques.

4.5 Métrite

La métrite se caractérise par un utérus anormalement dilaté et la présence d'une décharge vaginale rouge-brun, fétide et aqueuse dans les 21 jours post-partum, avec ou sans pyrexie (c'est-à-dire fièvre) (Sheldon et coll., 2006). Cet état produit des changements comportementaux et physiologiques chez les bovins affectés (Barragan et coll., 2018; Lomb et coll., 2018a) émanant probablement d'une douleur causée par une inflammation viscérale (Stojkov et coll., 2015). Les recherches portant sur l'efficacité des protocoles antibiotiques à des fins de traitement sont nombreuses (Haimerl et coll., 2017), mais les thérapies AINS d'appoint sont moins étudiées. De plus, les essais s'y intéressant visent à mesurer les performances de reproduction, et soit ils ne mesurent pas les résultats liés à la douleur (par exemple Pohl et coll., 2016) soit ils ne sont pas conçus pour principalement examiner ces résultats. Bien que certains chercheurs aient montré qu'un traitement par AINS améliore la résolution clinique (Amiridis et coll., 2001) et fait baisser l'haptoglobine (Jeremejeva et coll., 2012), d'autres ont démontré que cela entraînait une différence petite ou nulle dans les biomarqueurs inflammatoires (Drillich et coll., 2007) ou le comportement (Lomb et coll., 2018a). On sait avec certitude que la métrite est douloureuse pour les bovins, mais il faut des essais complémentaires (conçus pour mesurer cliniquement les

changements pertinents des résultats comportementaux et physiologiques associés à la douleur) afin de déterminer l'efficacité des thérapies AINS.

4.6 Diarrhées néonatales du veau

Les diarrhées néonatales du veau sont un facteur majeur de morbidité et de mortalité précoces des veaux laitiers (Smith, 2009). Quelle que soit la cause de la diarrhée, une fluidothérapie adéquate et l'apport continu de lait sont cruciaux pour le rétablissement (Constable, 2009; Smith, 2009). Les recherches sur les questions thérapeutiques se sont très majoritairement concentrées sur la fluidothérapie et les antibiotiques (Meganck et coll., 2014). En effet, peu d'essais ont examiné les effets d'une thérapie AINS d'appoint. Les études s'y intéressant constatent qu'elle est utile et améliore l'appétit (Philipp et coll., 2003; Todd et coll., 2010), l'état général (Philipp et coll., 2003), les performances (Todd et coll., 2010) et le rétablissement (Barnett et coll., 2003). Un modèle de test de provocation expérimental antérieur montre aussi que la thérapie AINS d'appoint réduit les diarrhées cliniques (Roussel et coll., 1988). Les effets bénéfiques de ces médicaments pourraient s'expliquer par leurs propriétés analgésiques, anti-inflammatoires, antipyrétiques ou anti-sécrétoires (Constable, 2009). Il semblerait qu'un traitement d'appoint par AINS améliore les résultats pour les veaux souffrant de diarrhées des veaux indifférenciées, ce qui pourrait être en partie dû aux effets analgésiques de ces médicaments sur le malaise et la douleur gastro-intestinale.

4.7 Considérations chirurgicales et postopératoires

Les bovins laitiers peuvent subir diverses interventions chirurgicales, comme une opération de la caillette, une césarienne, la réparation chirurgicale d'une hernie ombilicale, ou une chirurgie de l'onglon. Toutes les interventions chirurgicales impliquent des lésions tissulaires – en raison de l'incision et la manipulation des tissus – qui causent une douleur aiguë à travers des signaux nociceptifs de la peau, d'un muscle, d'articulations, d'os ou d'organes internes (Walker et coll., 2011). De plus, l'inflammation se produisant après une lésion tissulaire peut causer une hyperalgésie et une allodynie (Walker et coll., 2011). Même des interventions sous-cutanées de petite échelle produisent une douleur postopératoire (Frondelius et coll., 2018). C'est pourquoi il est recommandé généralement de combiner une analgésie préopératoire à une analgésie postopératoire. Une anesthésie locale est couramment employée pour désensibiliser les tissus pendant une intervention chirurgicale vétérinaire, mais il est plus rare qu'un analgésique soit administré après l'opération, et peu de recherches se sont intéressées à l'analgésie pour les cas d'intervention chirurgicale sur des bovins laitiers (Walker et coll., 2011). Citons par exemple une revue des procédures chirurgicales courantes qui examine les opérations de la caillette sans jamais mentionner de stratégie d'atténuation de la douleur (Aubry, 2005).

D'après le petit nombre d'essais cliniques réalisés, il semblerait qu'un traitement par AINS conjugué à une anesthésie locale serait avantageux dans diverses opérations, notamment les césariennes (Barrier et coll., 2014), les chirurgies de l'onglon (Heppelmann et coll., 2009; Offinger et coll., 2013), les opérations de la caillette (Newby et coll., 2013b), la fistulation ruminale (Newby et coll., 2014) et les petites interventions chirurgicales sous-cutanées (Frondelius et coll., 2018), comme la suppression de trayon surnuméraire. Soulignons que l'emploi de flunixin méglumine a été associé à un risque accru de rétention placentaire chez les bovins traités après une césarienne (Waelchli et coll., 1999), ce qui n'a pas été observé dans un

essai employant du méloxicam (Barrier et coll., 2014). D'après d'autres essais montrant le risque élevé présenté par un traitement à la flunixin méglumine après le vêlage (Newby et coll., 2017), il faut se montrer prudent dans le choix des AINS donnés au moment du vêlage. Hormis dans les traitements administrés lors du vêlage, la littérature montre que l'utilisation conjuguée d'une anesthésie locale et d'une analgésie AINS est généralement profitable aux bovins en cas d'intervention chirurgicale, mais d'autres études devront déterminer la véritable nature de l'efficacité et la durée de la thérapie pour les différentes sortes d'interventions chirurgicales.

4.8 Références

- Adams, A.E., J.E. Lombard, C.S. Shivley, N.J. Urie, I.N. Roman-Muniz, C.P. Fossler et C.A. Koprak (2015). Management practices that may impact dairy heifer welfare on U.S. dairy operations. *Proceedings of the Joint Annual Meeting of the American Dairy Science Association and the American Society of Animal Science*, Orlando (Floride), États-Unis.
- Adcock, S.J.J. et C.B. Tucker (2018). Painful procedures: When and what should we be measuring in cattle? Dans: Tucker, C.B. (ed.) *Advances in Cattle Welfare*. Cambridge (Massachusetts): Woodhead Publishing, p. 157–198.
- Amiridis, G.S., L. Leontides, E. Tassos, P. Kostoulas et G.C. Fthenakis (2001). Flunixin meglumine accelerates uterine involution and shortens the calving-to-first-oestrus interval in cows with puerperal metritis, *Journal of Veterinary Pharmacologic Therapy*, vol. 24, p. 365–367.
- Aubry, P. (2005). Routine surgical procedures in dairy cattle under field conditions: Abomasal surgery, dehorning, and tail docking, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 21, p. 55–72.
- Barnett, S.C., W.M. Sisco, D.A. Moore et J.P. Reynolds (2003). Evaluation of flunixin meglumine as an adjunct treatment for diarrhea in dairy calves, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 223, p. 1329–1333.
- Barragan, A.A., J.M. Pineiro, G.M. Schuenemann, P.J. Rajala-Schultz, D.E. Sanders, J. Lakritz et S. Bas (2018). Assessment of daily activity patterns and biomarkers of pain, inflammation, and stress in lactating dairy cows diagnosed with clinical metritis, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 8248–8258.
- Barrier, A.C., T.M. Coombs, C.M. Dwyer, M.J. Haskell et L. Goby (2014). Administration of an NSAID (meloxicam) affects lying behaviour after caesarean section in beef cows, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 155, p. 28–33. doi:10.1016/j.applanim.2014.02.015.
- Braz, N., M. Carreira, N. Carolino, T. Rodrigues et G. Stilwell (2012). Effect of rectal or intravenous tramadol on the incidence of pain-related behavior after disbudding calves with caustic paste, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 136, p. 20–25.
- Bromberg, B.E., I.C. Song et R.H. Walden (1965). Hydrotherapy of chemical burns, *Plastic Reconstructive Surgery*, vol. 35, p. 85–95.
- Coetzee, J.F. (2017). Pharmacological approaches to pain management in cattle, *Journal of Animal Science*, vol. 95 (suppl. 2), p. 1.

- Constable, P.D. (2009). Treatment of calf diarrhea: Antimicrobial and ancillary treatments, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 25, p. 101–120.
- Cuttance, E.L., W.A. Mason, D.A. Yang, R.A. Laven, J. McDermott et K. Inglis (2019). Effects of a topically applied anaesthetic on the behaviour, pain sensitivity, and weight gain of dairy calves following thermocautery disbudding with a local anaesthetic, *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 67, p. 295–305.
- de Boyer des Roches, A., M. Faure, A. Lussert, V. Herry, P. Rainard, D. Durand et G. Foucras (2017). Behavioural and patho-physiological response as possible signs of pain in dairy cows during *Escherichia coli* mastitis: A pilot study, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 8385–8397.
- de Boyer des Roches, A., A. Lussert, M. Faure, V. Herry, P. Rainard, D. Durand, F. Wemelsfelder et G. Foucras (2018). Dairy cows under experimentally-induced *Escherichia coli* mastitis show negative emotional states assessed through Qualitative Behaviour Assessment, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 206, p. 1–11.
- Drillich, M., D. Voigt, D. Forderung et W. Heuwieser (2007). Treatment of acute puerperal metritis with flunixin meglumine in addition to antibiotic treatment, *Journal of Dairy Science*, vol. 90, p. 3758–3763.
- Dunn, T.R., T.L. Ollivett, D.L. Renaud, K.E. Leslie, S.J. LeBlanc, T.F. Duffield et D. Kelton (2018). The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 5404–5410.
- Fitzpatrick, J.L., A.M. Nolan, F.J. Young, C. Hogarth, T.M. McDonald, A. Weber, P.D. Eckersall et H.C. Davison (2000). Objective measures of pain and inflammation in dairy cows with clinical mastitis. *Proceedings of the 9th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, 6–11 août 2000*, Breckenridge (Colorado), États-Unis.
- Fitzpatrick, C.E., N. Chapinal, C.S. Petersson-Wolfe, T.J. DeVries, D. Kelton, T.F. Duffield et K.E. Leslie (2013). The effect of meloxicam on pain sensitivity, rumination time, and clinical signs in dairy cows with endotoxin-induced clinical mastitis, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 2847–2856.
- Francoz, D., V. Wellemans, J.P. Dupre, J.P. Roy, F. Labelle, P. Lacasse et S. Dufour (2017). A systematic review and qualitative analysis of treatments other than conventional antimicrobials for clinical mastitis in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 7511–7770.
- Frondelius, L., J. Hietaoja, M. Pastell, L. Hanninen, P. Anttila et J. Mononen (2018). Influence of postoperative pain and use of NSAID on heart rate variability of dairy cows, *Journal of Dairy Research*, vol. 85, p. 27–29.
- Gladden, N., D. McKeegan, L. Viora et K.A. Ellis (2018). Postpartum ketoprofen treatment does not alter stress biomarkers in cows and calves experiencing assisted and unassisted parturition: A randomized controlled trial, *Veterinary Record*, vol. 183, p. 414.
- Gladden, N., K. Ellis, J. Martin, L. Viora et D. McKeegan (2019). A single dose of ketoprofen in the immediate postpartum period has the potential to improve dairy calf welfare in the first 48 h of life, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 212, p. 19–29.

Grøndahl-Nielsen, C., H.B. Simonsen, J. Damkjer Lund et M. Hesselholt (1999). Behavioural, endocrine and cardiac responses in young calves undergoing dehorning without and with use of sedation and analgesia, *The Veterinary Journal*, vol. 158, p. 14–20.

Haimerl, P., S. Arlt, S. Borchardt et W. Heuwieser (2017). Antibiotic treatment of metritis in dairy cows—A meta-analysis, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 3783–3795.

Heppelmann, M., J. Kofler, H. Meyer, J. Rehage et A. Starke (2009). Advances in surgical treatment of septic arthritis of the distal interphalangeal joint in cattle: A review, *The Veterinary Journal*, vol. 182, p. 162–175.

Jeremejeva, J., T. Orro, A. Waldmann et K. Kask (2012). Treatment of dairy cows with PGF₂-alpha or NSAID, in combination of antibiotics, in cases of postpartum uterine inflammation, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 54, p. 45–45.

Karlen, K.J., F.S. Baier, A.L. Odegard, R.M. Baumann, J.F. Coetzee, S. Kehoe et K.D. Vogel (2019, *sous presse*). Efficacy of oral meloxicam as primary pain mitigation following caustic paste disbudding of three day old Holstein calves, *Translational Animal Science*, octobre 2019 (épreuve corrigée). doi:10.1093/tas/txz151.

Lavan, R., P. Chambers et K. Stafford (2012). Using non-steroidal anti-inflammatory drugs around calving: maximizing comfort, productivity and fertility, *Veterinary Journal*, vol. 192, p. 8–12.

Leslie, K.E. et C.S. Petersson-Wolfe (2012). Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 28, p. 289–305.

Lomb, J., H.W. Neave, D.M. Weary, S.J. LeBlanc, J.M. Huzzey et M.A.G. von Keyserlingk (2018a). Changes in feeding social and lying behaviors in dairy cows with metritis following treatment with a nonsteroidal anti-inflammatory drug as adjunctive treatment to an antimicrobial, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 4400–4411.

Mainau, E. et X. Manteca (2011). Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 135, p. 241–251.

Mainau, E., A. Vuelas, J.L. Ruiz-de-la-Torre, E. Abbeloos et X. Manteca (2014). Effect of meloxicam administration after calving on milk production, acute phase proteins, and behavior in dairy cows, *Journal of Veterinary Behavior*, vol. 9, p. 357–363.

McDougall, S., M.A. Bryan et R.M. Tiddy (2009). Effect of treatment with the nonsteroidal anti-inflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 4421–4431.

McDougall, S., E. Abbeloos, S. Piepers, A.S. Rao, S. Astiz, T. van Werven, J. Statham et N. Perez-Villalobos (2016). Addition of meloxicam to the treatment of clinical mastitis improved subsequent reproductive performance, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 2026–2042.

Mee, J.F. (2008). Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review, *The Veterinary Journal*, vol. 176, p. 93–101.

Meganck, V., G. Hoflack et G. Opsomer (2014). Advance in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: A systematic review with emphasis on colostrum management and fluid therapy, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 56. doi:10.1186/s13028-014-0075-x.

Mellor, D.J. et K.J. Stafford (2004). Animal welfare implication of neonatal mortality and morbidity in farm animals, *The Veterinary Journal*, vol. 168, p. 118–133.

Milne, M.H. (2004). Characterisation of inflammation and pain thresholds to mechanical stimulation in dairy cows with clinical mastitis and the effect of treatment with meloxicam, thèse de doctorat, Glasgow (Royaume-Uni): Université de Glasgow.

Milne, M.H., A.M. Nolan, P.J. Cripps, G.M. Friton et J.L. Fitzpatrick (2004). Preliminary results on the effects of meloxicam (Metacam) on hypersensitivity in dairy cows with clinical mastitis, *Proceedings of the World Buiatrics Congress*, Québec (Québec), Canada.

Morisse, J.P., J.P. Cotte et D. Huonnic (1995). Effect of dehorning on behavior and plasma cortisol responses in young calves, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 43, p. 239–247.

Murray, C.F. (2014). Characteristics, risk factors and management programs for vitality of newborn dairy calves, thèse de doctorat, Guelph (Ontario): Université de Guelph.

Newby, N.C., D.L. Pearl, S.J. LeBlanc, K.E. Leslie, M.A.G. von Keyserlingk et T.F. Duffield (2013a). Effects of meloxicam on milk production, behavior, and feed intake in dairy cows following assisted calving, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 3682–3688.

Newby, N.C., D.L. Pearl, S.J. LeBlanc, K.E. Leslie, M.A.G. von Keyserlingk et T.F. Duffield (2013b). The effect of administering ketoprofen on the physiology and behavior of dairy cows following surgery to correct a left displaced abomasum, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 1511–1520.

Newby, N.C., C.B. Tucker, D.L. Pearl, S.J. LeBlanc, K.E. Leslie, M.A.G. von Keyserlingk et T.F. Duffield (2014). An investigation of the effects of ketoprofen following rumen fistulation surgery in lactating dairy cows, *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 55, p. 442–448.

Newby, N.C., K.E. Leslie, H.D. Putnam-Dingwell, D. Kelton, D.M. Weary, L. Neuder, S.T. Millman et T.F. Duffield (2017). The effects of periparturient administration of flunixin meglumine on the health and production of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 582–587.

Offinger, J., S. Herdtweck, A. Rizk, A. Starke, M. Heppelmann, H. Meyer, S. Janßen, M. Beyerbach et J. Rehage (2013). Postoperative analgesic efficacy of meloxicam in lame dairy cows undergoing resection of the distal interphalangeal joint, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 866–876.

Pearson, J.M., E. Pajor, J.R. Campbell, M. Levy, N.A. Caulkett et M.C. Windeyer (2019a). A randomised controlled trial investigating the effects of administering a non-steroidal anti-inflammatory drug to beef calves assisted at birth and risk factors associated with passive immunity, health, and growth, *Veterinary Record Open*, vol. 6(1). doi:10.1136/vetrec-2019-000364.

- Pearson, J.M., E. Pajor, J.R. Campbell, N.A. Caulkett et M.C. Windeyer (2019b). Clinical impacts of administering a non-steroidal anti-inflammatory drug to beef calves after assisted calving on pain and inflammation, passive immunity, health, and growth, *Journal of Animal Science*, vol. 97, p. 1996–2008.
- Peters, M.D.P., I.D.B. Silveira et V. Fisher (2015). Impact of subclinical and clinical mastitis on sensitivity to pain of dairy cows, *Animal*, vol. 9, p. 2024–2028.
- Philipp, H., H. Schmidt, F. Düring et E. Salamon (2003). Efficacy of meloxicam as adjunct to a basic therapy for the treatment of diarrhoea in calves, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 44 (suppl. 1), p. 95.
- Pohl, A., S. Bertulat, S. Borchardt, O. Burfeind et W. Heuwieser (2016). Randomized, controlled clinical trial on the efficacy of nonsteroidal anti-inflammatory drugs for the treatment of acute periparturient metritis in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 8241–8249.
- Reedman, C.N., T.F. Duffield, T.J. DeVries, K.D. Lissemore, N. Karrow, Z. Li et C.B. Winder (2019). Efficacy of pain control for caustic paste disbudding, *Proceedings of the Annual Meeting of the American Dairy Science Society*, Cincinnati (Ohio), États-Unis.
- Richards, B.D., D.H. Black, R.H. Christley, M.D. Royal, R.F. Smith et H. Dobson (2009). Effects of the administration of ketoprofen at parturition on the milk yield and fertility of Holstein-Friesian cattle, *Veterinary Record*, vol. 165, p. 102–106.
- Roberson, J.R. (2012). Treatment of clinical mastitis, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 28, p. 271–288.
- Roussel, A.J., N. Sriranganathan, S.A. Brown et D. Sweatt (1988). Effect of flunixin meglumine on Escherichia coli heat-stable enterotoxin-induced diarrhea in calves, *American Journal of Veterinary Research*, vol. 49, p. 1431–1433.
- Sheldon, M., G.S. Lewis, S.J. LeBlanc et R.O. Gilbert (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 65, p. 1516–1530.
- Siivonen, J., S. Taponen, M. Hovinen, M. Pastell, B. Joop Lensick, S. Pyorala et L. Hanninen (2011). Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 132, p. 101–106.
- Smith, G.W. (2009). Treatment of calf diarrhea: Oral fluid therapy, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 25, p. 55–72.
- Smith, K.L. et J.E. Hillerton (1999). What do we mean by mastitis, is there a need for a redefinition? *Proceedings of the 38th Annual Meeting of the National Mastitis Council*, Arlington (Virginie), États-Unis.
- Stafford, K.J. et D.J. Mellor (2011). Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 135, p. 226–231.
- Stilwell, G., M.S. Lima et D.M. Broom (2008). Comparing plasma cortisol and behavior of calves dehorned with caustic paste after non-steroidal anti-inflammatory analgesia, *Livestock Science*, vol. 119, p. 63–69.

- Stilwell, G., R.C. de Carvalho, M.S. Lima et D.M. Broom (2009). Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behavior and cortisol of calves, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 116, p. 35–44.
- Stilwell, G., R.C. Carvalho, N. Carolino, M.S. Lima et D.M. Broom (2010). Effect of hot-iron disbudding on behaviour and plasma cortisol of calves sedated with xylazine, *Research in Veterinary Science*, vol. 88, p. 188–193.
- Stock, M.L., S.L. Baldrige, D. Griffin et J.F. Coetzee (2013). Bovine dehorning: Assessing pain and providing analgesic management, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 29, p. 103–133.
- Stojkov, J., M.A.G. von Keyserlingk, J.N. Marchant-Forde et D.M. Weary (2015). Assessment of visceral pain associated with metritis in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 98, p. 5352–5361.
- Swartz, T.H., H.H. Schramm, J.M. Bewley, C.M. Wood, K.E. Leslie et C.S. Petersson-Wolfe (2018). Meloxicam administration either prior to or after parturition: effects on behavior, health, and production in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 10515–10167.
- Todd, C.G., S.T. Millman, D.R. McKnight, T.F. Duffield et K.E. Leslie (2010). Nonsteroidal anti-inflammatory drug therapy for neonatal calf diarrhea complex: Effects on calf performance, *Journal of Animal Science*, vol. 88, p. 2019–2028.
- Vasseur, E., J. Rushen et A.M. de Passille (2014). Short communication: Calf body temperature following chemical disbudding with sedation: Effects of milk allowance and supplemental heat, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 5185–5190.
- Vickers, K.J., L. Neil, L.M. Kiehlbauch et D.M. Weary (2005). Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic, *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 1454–1459.
- Vidondo, B., S. Stettler, A. Stojiljkovic, H. Mogel, V. Gaschen, C. Spadavecchia, D. Casoni et M.H. Stoffel (2019). Assessment of potential neuropathic changes in cattle after cautery disbudding, *Research in Veterinary Science*, vol. 126, p. 9–16.
- Waelchli, R.O., R. Thun et H. Stocker (1999). Effect of flunixin meglumine on placental expulsion in dairy cattle after a caesarean, *The Veterinary Record*, vol. 144, p. 702–703.
- Walker, K.A., T.F. Duffield et D.M. Weary (2011). Identifying and preventing pain during and after surgery in farm animals, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 134, p. 259–265.
- Wenz, J.R., F.B. Garry et G.M. Barrington (2006). Comparison of disease severity scoring systems for dairy cattle with acute coliform mastitis, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 229, p. 259–262.
- Whay, H.R. (2016). Lameness and pain in dairy cows: does it hurt and does it matter?, *Proceedings of the First Regional Conference on Cow Comfort and Lameness*, Téhéran, Iran.
- Winder, C.B., S.J. LeBlanc, D.B. Haley, K.D. Lissemore, M.A. Godkin et T.F. Duffield (2016). Practices for the disbudding and dehorning of dairy calves by veterinarians and dairy producers in Ontario, Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 10161–10173.

Winder, C.B., S.J. LeBlanc, D.B. Haley, K.D. Lissemore, M.A. Godkin et T.F. Duffield (2017). Clinical trial of local anesthetic protocols for acute pain associated with caustic paste disbudding in dairy calves, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 6429–6441.

Winder, C.B., C.L. Miltenburg, J.M. Sargeant, S.J. LeBlanc, D.B. Haley, K.D. Lissemore, M.A. Godkin et T.F. Duffield (2018). Effects of local anesthetic or systemic analgesia on pain associated with cautery disbudding in dairy calves: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 5411–5427.

Yakan, S., V. Duzguer et O. Aksoy (2018). Effects of flunixin meglumine on oxidant and antioxidant system after disbudding with caustic paste in calves, *Acta Scientiae Veterinariae*, vol. 46, p. 1602–1611.

5 Boiterie et blessures

Conclusions :

1. **La prévalence de la boiterie est relativement élevée dans les fermes laitières canadiennes moyennes, les estimations canadiennes allant de 15 à 29 % d'un troupeau moyen. À l'échelle mondiale, les estimations de la prévalence moyenne varient entre 13 et 55 %.**
2. **Les éleveurs de bovins laitiers sous-estiment constamment le niveau réel de boiterie dans leurs troupeaux, la prévalence réelle étant deux à quatre fois supérieure aux estimations des éleveurs, respectivement dans les stabulations libres et les stabulations entravées. Les sous-estimations s'expliquent généralement par la présence de cas de boiterie légère dans les troupeaux.**
3. **La plupart des recherches épidémiologiques portent sur la boiterie en relation avec la santé des onglons. Proportionnellement, les lésions infectieuses constituent la principale cause de boiterie, la dermatite digitale et le phlegmon interdigital étant les premières lésions infectieuses des onglons. Les ulcères de la sole et la maladie de la ligne blanche sont les causes non infectieuses de la boiterie les plus importantes.**
4. **La prévalence des blessures aux jarrets est relativement élevée dans les fermes laitières canadiennes moyennes, les estimations canadiennes allant de 27 à 47 %. À l'échelle mondiale, les estimations de la prévalence moyenne varient entre 12 et 81 %. Les blessures aux genoux et au cou sont moins courantes (celles au cou étant significativement moins répandues).**
5. **De nombreux facteurs de risque sont associés à l'incidence de la boiterie, particulièrement des facteurs liés au logement, à la régie et à la vache.**
 - a. **Facteurs liés au logement : une litière profonde composée d'une matière organique ou de sable, un revêtement de sol en caoutchouc et l'accès à un pâturage sont constamment associés à de faibles degrés de boiterie, tandis que l'utilisation de tapis ou de matelas est constamment associée à des niveaux plus élevés de boiterie. La conception de la stalle et la hauteur de la bordure rebord sont également d'importants facteurs de risque.**
 - b. **Facteurs liés à la régie : les stalles contaminées par du fumier, le parage des onglons préventif peu fréquent, de plus longues durées d'attente avant la traite en position debout, et des densités d'élevage importantes sont associés à des degrés de boiterie plus élevés.**
 - c. **Facteurs liés à la vache : une cote d'état de chair basse ($\leq 2,5$), une parité à un âge élevé ($> 1^{\text{e}}$ lactation), des blessures aux jarrets et un plus grand nombre de jours en lactation sont associés à de plus hauts degrés de boiterie. Par ailleurs, les productions de lait élevées sont associées à de faibles degrés de boiterie.**
6. **De nombreux facteurs de risque sont associés à l'incidence de blessures au jarret, notamment des facteurs liés au logement, à la régie et à la vache :**

- a. **Facteurs liés au logement : une litière profonde, l'accès à un pâturage et une litière de sable sont associés à de faibles niveaux de blessures aux jarrets, tandis que les salles de traite en épi, les stalles équipées de matelas et les stalles courtes sont associées à l'augmentation des niveaux de blessures aux jarrets.**
 - b. **Facteurs liés à la régie : une quantité de litière suffisante dans les stalles et la préservation de la propreté et de l'absence d'humidité des stalles sont les pratiques les plus crucialement associées à une faible prévalence.**
 - c. **Facteurs liés à la vache : les vaches ayant une lactation supérieure et un plus grand nombre de jours en lactation présentent un niveau plus élevé de blessures au jarret, tout comme les vaches boiteuses et celles à la cote d'état de chair basse.**
7. **Les principales méthodes préventives de la boiterie comprennent un parage préventif et correctif régulier des onglons, l'amélioration du caractère moelleux et de l'adhérence des surfaces au moyen d'un accès au pâturage ou de l'ajout de revêtements en caoutchouc, l'installation d'une litière profonde dans les stalles, l'utilisation d'une litière de sable, des densités d'élevage adéquates, la réduction du temps d'attente passé debout et l'utilisation fréquente de bains de pied.**
 - a. **Les recherches portant sur la prévention et le rétablissement des blessures aux jarrets, aux genoux et au cou sont très peu nombreuses.**
8. **Une formation et une sensibilisation sont nécessaires pour que les boiteries soient systématiquement identifiées, particulièrement les boiteries légères. Les cas légers sont les plus susceptibles de profiter d'un traitement, et gagneraient à être détectés et traités rapidement. Les méthodes d'évaluation visuelles manuelles actuelles détectent adéquatement différents degrés de boiterie, mais comportent plusieurs limites (temps de réalisation, subjectivité, uniformité). Des méthodes de détection automatique continuent d'apparaître, mais des travaux ultérieurs devront valider et prouver l'exactitude et la fiabilité de ces méthodes à long terme.**
9. **Il a été montré que la détection rapide des boiteries et le parage thérapeutique sont efficaces pour ce qui est des causes non infectieuses de la boiterie. Des recherches doivent être menées pour comprendre la stratégie la plus à même d'atténuer la douleur causée par la boiterie. Cependant, il semblerait que la combinaison de parage thérapeutique, de blocs et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) soit la meilleure stratégie, particulièrement pour les boiteries non infectieuses.**
10. **Plusieurs recherches ont conclu que des obstacles extrinsèques (temps, fonds, espace, par exemple) et intrinsèques (par exemple attitude, perception, priorités et mentalité de l'éleveur) nuisent à la prise en charge de la boiterie dans les fermes laitières.**
11. **La gestion de la boiterie et des blessures fait intervenir des parties prenantes nombreuses et diverses, comme l'éleveur, le personnel de la ferme, le vétérinaire, le pareur d'onglons, le nutritionniste et d'autres conseillers. Par conséquent, le traitement des boiteries et des blessures des bovins doit tenir compte des personnes**

jouant un rôle, car elles influencent et mettent en œuvre les décisions relatives à la prévention, au traitement et à la prise en charge de la boiterie dans le troupeau.

5.1 Évaluation et prévalence

Quand on se penche sur la littérature la plus récente concernant la prévalence de la boiterie dans les fermes laitières canadiennes, il apparaît clairement que la prévalence est relativement élevée dans le secteur. La majorité des études examinant la prévalence de la boiterie utilisent une échelle en 5 notes (évaluation de la boiterie) aux fins de détection de la boiterie dans des stabulations libres (Tableau 1) (Flower et Weary, 2006) et observent les comportements de boiterie à l'intérieur des stalles aux fins de détection de la boiterie dans les stabulations entravées (Tableau 2) (Gibbons et coll., 2014). Une vache ayant une note > 2 est considérée comme boiteuse selon le système de notation en 5 points utilisé dans les stabulations libres. Pour ce qui est de la détection de la boiterie dans les stabulations entravées, toute vache présentant deux indicateurs comportementaux ou plus est considérée comme boiteuse. Bien que les deux systèmes d'évaluation soient comparables en matière de détection des vaches ayant une note allant de 2 à 5, il se peut que le système d'évaluation de la boiterie utilisé dans les stalles sous-estime le degré de boiterie (Gibbons et coll., 2014; Palacio et coll., 2017). Ajoutons à propos de ces systèmes de notation qu'il faut tenir compte de leur nature subjective, susceptible d'influer sur leur exactitude. Il a été proposé que les observateurs examinent un très grand nombre de vaches pour que la concordance inter-observateurs soit plus grande (Channon et coll., 2009). Croyle et coll. (2018) constatent que la combinaison d'un atelier de formation de 3 jours, de 3 semaines d'expérience et d'une formation vidéo entraîne une concordance considérable entre les 18 personnes chargées de noter des boiteries qu'ils ont évaluées. Cela indique qu'une formation adéquate permet d'obtenir un degré de concordance convenable dans les évaluations de la boiterie.

Tableau 1 Évaluation numérique de la boiterie (démarche) chez les vaches laitières libres de marcher, tirée de Flower et Weary (2006)

Note	Description	Critères comportementaux
1	Mouvement lisse et fluide	Dos plat Port de tête constant Les onglons arrière se posent sur ou en face de l'empreinte des onglons avant Les articulations fléchissent librement Démarche symétrique Tous les membres du corps supportent le poids également
2	Locomotion imparfaite, mais capacité à se déplacer librement non diminuée	Dos plat ou faiblement arqué Port de tête constant Les onglons arrière ne suivent pas parfaitement les onglons avant Articulations légèrement raides Démarche légèrement asymétrique

		Tous les membres du corps supportent le poids également
3	Capacité de se déplacer, mais la capacité à se déplacer librement est compromise	Dos arqué Port de tête constant Les onglons arrière ne suivent pas les onglons avant Démarche asymétrique Une légère claudication peut être observée
4	Capacité à se déplacer librement diminuée de manière évidente	Dos manifestement arqué La tête se balance légèrement de haut en bas Les onglons arrière ne suivent pas les onglons avant Les foulées sont hésitantes et les articulations sont raides Démarche asymétrique Réticence à porter son poids sur au moins un des membres, mais utilise tout de même ce membre lors de la marche
5	Capacité à se déplacer sérieusement réduite. Doit être vigoureusement encouragée à se déplacer	Dos extrêmement arqué La tête se balance manifestement de haut en bas Les onglons se suivent mal dans des foulées courtes Raideur manifeste de l'articulation, caractérisée par le manque de flexion de l'articulation, accompagné de foulées très hésitantes et délibérées Démarche asymétrique Incapacité à porter son poids sur un ou plusieurs membres

Tableau 2 Comportements de détection de la boiterie dans les stalles, selon la description de Gibbons et coll. (2014)

Comportement	Description
Transfert de poids	La vache transfère son poids d'un pied à l'autre régulièrement et à répétition : le transfert répété consiste à soulever du sol chaque onglons arrière au moins deux fois. Les onglons doivent être soulevés et déposés au même endroit sans que la vache fasse de pas en avant ou en arrière.
Se tient sur le rebord	La vache place un ou plusieurs onglons sur le rebord de la stalle quand elle est en position debout. On ne considère pas ici une vache dont les deux onglons arrière sont dans le dalot ou qui pose des onglons brièvement sur le rebord quand elle fait un mouvement ou un pas.
Poids inégal	De façon répétée, la vache s'appuie sur un pied plus que sur l'autre, ce qui est indiqué par le fait que la vache soulève du sol une partie des onglons ou tous les onglons. Cela ne comprend pas le fait de soulever des onglons aux fins de lèchement ou de ruade.
Mouvement inégal	Appui inégal sur les pieds quand la vache est encouragée à bouger d'un côté à l'autre. Ce phénomène est indiqué par le mouvement plus rapide d'un pied par rapport à l'autre, ou par une réticence évidente à appuyer son poids sur un pied en particulier.

D'après les études les plus récentes utilisant les méthodes décrites ci-dessus, la prévalence de la boiterie au Canada est estimée à entre 15 et 29,2 % (Bouffard et coll., 2017; Solano et coll., 2015; Jewell et coll., 2019a; Croyle, 2019; von Keyserlingk et coll., 2012; Nash et coll., 2016; King et coll., 2016). Ces estimations reposent sur les évaluations de 736 fermes canadiennes utilisant les mesures validées de détection de la boiterie indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3 Estimations de la prévalence de la boiterie tirées d'études sur le Canada

Étude	Année de fin	Géographie	Type de logement	Système de pointage utilisé	Nombre de troupeaux évalués	Nombre de vaches évaluées	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie sévère
Solano et coll., 2015	2011 à 2012	Ontario, Québec et Alberta	Stabulation libre	5	141	5 637	21 % (0 à 69 %)	NR
Bouffard et coll., 2017	2011 à 2012	Québec, Ontario	Stabulation entravée	4	100	3 278	25 % (NR)	NR
Jewell et coll., 2019a	2015 à 2016	Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, et Î.-P.-É.	Stabulation libre	5	46	2 719	21 % (0 à 31 %)	NR
			Stabulation entravée	4	33	1 498	15 % (0 à 52 %)	NR
Croyle, 2019	2015	Tout le Canada	Stabulation libre et stabulation entravée	5 (en stabulation libre); 4 (en stabulation entravée)	374	NR	29,2 % (0 à 85 %)	NR
von Keyserlingk et coll., 2012	2007 à 2008	Colombie-Britannique	Stabulation libre	5	42	3 948	28 % (NR)	7 % (NR)
Westin et coll., 2016a	2010 à 2012	Canada et États-Unis	Stabulation libre (STA)	5	36	1 378	15 % (3 à 46 %)	4 % (NR)
Nash et coll., 2016	2011	Canada	Stabulation entravée	4	100	3 868	24 % (NR)	NR
King et coll., 2016	2014 à 2015	Canada	Stabulation libre (STA)	5	41	NR	26 % (3 à 58 %)	2 % (0 à 12 %)

NR = non rapporté

Il ressort clairement des études achevées que les producteurs sous-estiment souvent la présence de boiterie dans leurs troupeaux. Dans les fermes à stabulation libre, on estime que la véritable prévalence de la boiterie serait de 1,8 à 2,3 fois supérieure au degré perçu par l'éleveur, tandis que dans les stabulations entravées, la véritable prévalence de la boiterie serait de 3,4 à 4,1 fois supérieure au degré perçu par l'éleveur (Croyle, 2019; Cutler et coll., 2017). L'écart dans la détection de la boiterie s'observe principalement dans les cas de boiterie légère (note de 3 sur 5) et pourrait s'expliquer par le fait que de nombreux éleveurs (42 % des répondants à une enquête sur 1 000 producteurs de l'ensemble du Canada; Étude laitière nationale) n'évaluent jamais la boiterie des vaches autrement que par observation fortuite (Croyle, 2019). La principale raison pourrait toutefois être que les définitions de ce qui doit être classé comme boiterie par les éleveurs diffèrent considérablement de celles des chercheurs. Afin de rectifier cette situation, il faut des stratégies de sensibilisation et de vulgarisation qui formeraient les éleveurs au sujet de la détection de la boiterie.

Hors du Canada, plusieurs autres études évaluent la prévalence de la boiterie. Elles rapportent une fourchette de prévalence allant de 13,2 à 54,8 % (Cook et coll., 2016; Foditsch et coll., 2016; Thompson et coll., 2019; Barker et coll., 2010; Griffiths et coll., 2018; von Keyserlingk et coll., 2012) (tableau 4). Bien que de nombreuses études emploient les méthodes citées plus haut, d'autres, particulièrement au Royaume-Uni, détectent la boiterie à l'aide d'une échelle à 4 points : selon cette échelle, les vaches sont considérées boiteuses si leur note est > 1 .

Tableau 4 Estimations de la prévalence de la boiterie tirées d'études réalisées hors du Canada (se poursuit à la page suivante)

Étude	Année de fin	Géographie	Type de logement	Système de pointage utilisé	Nombre de troupeaux évalués	Nombre de vaches évaluées	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie sévère
Cook et coll., 2016	2012	Wisconsin (États-Unis)	Stabulation libre	5	66	9 690	13,2 % (3 à 36 %)	3 % (0 à 16 %)
Foditsch et coll., 2016	2012 à 2013	New York (États-Unis)	Stabulation libre	5	23	7 687	14 % (0 à 24 %)	NR
Thompson et coll., 2019	2015	Brésil	Pâturages	5	6	252	39 % (26 à 61 %)	NR
Barker et coll., 2010	2006 à 2007	Angleterre et pays de Galles	Stabulation libre, litière accumulée et pâturage	4	205	NR	36,8 % (0 à 79 %)	5 % (0 à 31 %)
Griffiths et coll., 2018	2015 à 2016	Angleterre et pays de Galles	Combinaison de logement à l'intérieur et de pâturage	4	61	14 700	31,6 % (6 à 65 %)	NR
Kielland et coll., 2009	2006 à 2007	Norvège	Stabulation libre et pâturage	5	232	2 335	17 % (NR)	5 % (NR)
Amory et coll., 2006	2003 à 2004	Pays-Bas	Stabulation libre et pâturage	3	36	1 450	17 % (4 à 31 %)	NR
Husfeldt et coll., 2012	2009	Minnesota (États-Unis)	Stabulation libre	5	34	37 271	17 % (NR)	5 % (NR)
Rutherford et coll., 2009	NR	Royaume-Uni	Stabulation libre, litière accumulée et pâturage	4	80	12 100	17 % (NR)	NR
Popescu et coll., 2013	NR	Roumanie	Stabulation entravée	3	80	3 192	19 % (NR)	NR

NR = non rapporté

Tableau 4 Estimations de la prévalence de la boiterie tirées d'études réalisées hors du Canada (suite)

Étude	Année de fin	Géographie	Type de logement	Système de pointage utilisé ^a	Nombre de troupeaux évalués	Nombre de vaches évaluées	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie	Prévalence moyenne (fourchette) de la boiterie sévère
Cook, 2003	2000 à 2001	Wisconsin (États-Unis)	Stabulation libre et stabulation entravée	4	30	3 621	23 % (7 à 52 %)	3 % (0 à 17 %)
Sarjokari et coll., 2013	2005	Finlande	Stabulation libre et pâturage	5	87	3 459	23 % (NR)	6 % (NR)
Huxley et coll., 2004	2002 à 2003	Royaume-Uni	Stabulation libre et pâturage	4	15	NR	24 % (7 à 56 %)	NR
Espejo et coll., 2006	2004	Minnesota (États-Unis)	Stabulation libre	5	50	5 626	25 % (2 à 62 %)	6 % (0 à 21 %)
Popescu et coll., 2014	NR	Roumanie	Stabulation entravée et litière accumulée	4	60	2 624	27 % (NR)	NR
Dippel et coll., 2009a	2004 à 2005	Autriche	Stabulation libre et pâturage	5	30	832	31 % (6 à 70 %)	12 % (NR)
Chapinal et coll., 2014b	2012	Chine	Stabulation libre	5	34	NR	31 % (7 à 51 %)	10 % (0 à 27 %)
Dippel et coll., 2009b	2004 à 2005	Allemagne et Autriche	Stabulation libre et pâturage	5	103	3 514	33 % (0 à 81 %)	16 % (NR)
von Keyserlingk et coll., 2012	2007 à 2008	Californie (États-Unis)	Stabulation libre	5	39	8 112	31 % (0 à 70 %)	4 % (NR)
von Keyserlingk et coll., 2012	2007 à 2008	Nord-Est (États-Unis)	Stabulation libre	5	40	6 000	55 % (12 à 80 %)	8 % (NR)

NR = non rapporté

Plusieurs études canadiennes ont évalué les lésions aux onglons susceptibles de causer une boiterie. La dermatite digitale, également connue par son apparence de fraise, reste une cause courante de lésion infectieuse, présente dans 69,7 à 94 % des troupeaux et touchant 9,3 à 22,9 % des vaches (Cramer et coll., 2008; Cartwright et coll., 2017; Solano et coll., 2016). Parmi les causes non infectieuses, l'ulcération de la sole et la maladie de la ligne blanche prédominent avec respectivement 4,7 à 9,3 % et 2 à 4 % des vaches affectées. À l'échelle des troupeaux, entre 70,4 et 92 % des troupeaux comportent des vaches souffrant d'ulcère de la sole et entre 50 et 93 % des troupeaux comptent des cas de maladie de la ligne blanche.

Blessures. Comme pour la boiterie, plusieurs méthodes différentes servent à détecter les blessures aux jarrets. La méthode la plus courante repose sur une échelle à 4 points (tableau 5), selon laquelle une note > 1 indique une blessure au jarret (Gibbons et coll., 2012). L'échelle élaborée par Gibbons et coll. (2012) sert aussi couramment à détecter les blessures au genou (tableau 6) et au cou (tableau 7). Pour ce qui est des blessures aux genoux et au cou, une note > 1 signifie la présence de blessure.

Tableau 5 Notation du jarret, selon la description de Gibbons et coll. (2012)

Note	Description
0	Pas d'enflure. Pelage intact, quelques poils absents ou endommagés.
1	Pas d'enflure ou enflure mineure (< 1 cm). Zone dégarnie sur le jarret.
2	Enflure moyenne (1 à 2,5 cm) et/ou lésion sur la zone dégarnie.
3	Enflure importante (> 2,5 cm). Il peut y avoir une zone dégarnie ou lésée.

Tableau 6 Notation du genou, selon la description de Gibbons et coll. (2012)

Note	Description
0	Pas de modification cutanée.
1	Zone dégarnie.
2	Lésion ou croûte avec ou sans enflure moyenne (< 2,5 cm). Il peut y avoir une zone dégarnie.
3	Enflure importante (> 2,5 cm). Il peut y avoir une zone dégarnie ou lésée.

Tableau 7 Notation du cou, selon la description de Gibbons et coll. (2012)

Note	Description
0	Pas d'enflure. Pelage intact, quelques poils absents ou endommagés.
1	Pas de tuméfaction. Zone dégarnie visible.
2	Peau lésée ou croûte et/ou tuméfaction. Il peut y avoir une zone dégarnie.

La prévalence des blessures n'est pas aussi bien étudiée que la boiterie. Au Canada, la prévalence des blessures aux jarrets est estimée entre 27 et 47 %. Ailleurs dans le monde, une prévalence variant de 12,2 à 81,2 % est constatée (tableau 8). On estime que 14 à 43 % des vaches présentent une blessure au genou et 1 à 33 % ont une blessure au cou au Canada.

Parmi les types de blessures moins souvent évalués dans les études, mentionnons les blessures à la queue, qui peuvent causer un degré important de douleur et de détresse chez les bovins laitiers. Les estimations sont rares. Cependant, Zurbrigg et coll. (2005) estiment que sur 317 fermes laitières visitées en Ontario, la plupart (62 %) ne comportaient pas de vaches à la queue cassée, mais dans 5 % des fermes, la prévalence de queues cassées était supérieure à plus de 15 % des vaches. Hormis ces renseignements, la littérature ne nous informe guère sur ce sujet.

Tableau 8 Estimations de la prévalence des blessures, tirées d'études réalisées au Canada et ailleurs

Étude	Année de fin	Géographie	Type de logement	Méthode employée	Nombre de troupeaux évalués	Nombre de vaches évaluées	Prévalence moyenne (fourchette) des blessures au jarret	Prévalence moyenne (fourchette) des blessures au genou	Prévalence moyenne (fourchette) des blessures au cou
Ekman et coll., 2018	2014 à 2015	Suède	Stabulation libre	Blessure légère au jarret (zone dégarnie) et blessure sévère au jarret (enflure visible ou ulcération, accompagnée ou non d'une zone dégarnie)	99	3 217	74 % (68 % légère [23 à 100 %] et 6 % sévère [0 à 32 %])	S. O.	S. O.
Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014	2011	Alberta et Ontario	Stabulation libre	Gibbons et coll., 2012	90	2 304	47 % (NR)	24 % (NR)	9 % (NR)
Jewell et coll., 2019b	2015 à 2016	Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Î.-P.-É.	Stabulation libre	Gibbons et coll., 2012	40	3 129	39 % (0 à 83 %)	14 % (0 à 60 %)	1 % (0 à 21 %)
			Stabulation entravée	Gibbons et coll., 2012	33	1 523	39 % (12 à 75 %)	17 % (2 à 78 %)	5 % (0 à 31 %)
Nash et coll., 2016; Bouffard et coll., 2017	2011	Ontario et Québec	Stabulation entravée	Gibbons et coll., 2012	100	3 868	56 % (NR)	43 % (NR)	33,4 % (NR)
Cook et coll., 2016	2012	Wisconsin (États-Unis)	Stabulation libre	Échelles similaires à celles de Gibbons et coll., 2012	66	9 690	12,2 % (0 à 81 %)	6,2 % (0 à 35 %)	2,0 % (0 à 19 %)
Croyle, 2019	2015	Tout le Canada	Stabulation libre et stabulation entravée	Gibbons et coll., 2012	374	S. O.	27,0 % (0 à 100 %)	S. O.	S. O.

von Keyserlingk et coll., 2012	2007 à 2008	Colombie-Britannique	Stabulation libre	Échelles similaires à celles de Gibbons et coll., 2012	42	3 948	42,3 % (0 à 82 %)	S. O.	S. O.
		Californie (États-Unis)	Stabulation libre	Échelles similaires à celles de Gibbons et coll., 2012	39	8 112	56,2 % (0 à 100 %)	S. O.	S. O.
		Nord-Est (États-Unis)	Stabulation libre	Échelles similaires à celles de Gibbons et coll., 2012	40	6 000	81,2 % (18 à 100 %)	S. O.	S. O.

NR = non rapporté

De même que pour la boiterie, il est nécessaire de former les évaluateurs afin d'accroître la précision et l'exactitude des évaluations de blessures, de façon à garantir l'uniformité et la validité des résultats obtenus dans les fermes (Lievens, 2001). Il a été prouvé qu'un programme de formation combinant cours théorique et formation pratique dans les exploitations ainsi qu'un suivi après une période d'expérience en évaluation produit une concordance considérable entre plusieurs évaluateurs (Gibbons et coll., 2012; Croyle et coll., 2018).

5.2 Facteurs de risque d'après des études épidémiologiques (boiterie et blessures)

Boiterie. De nombreuses études ont établi le lien entre la boiterie et différentes pratiques de régie et facteurs démographiques. Les publications montrent que le logement et sa régie sont cruciaux en la matière. Plus particulièrement, une litière profonde composée de matière organique ou de sable, un revêtement de sol en caoutchouc et l'accès à un pâturage sont constamment associés à des degrés plus faibles de boiterie, tandis que l'utilisation de tapis et de matelas est constamment associée à des degrés plus élevés de boiterie. Selon l'étude évaluée, la définition de litière « profonde » diffère. Certaines recherches constatent une relation dose-dépendante, dans laquelle plus la litière est profonde, plus la boiterie est faible (Croyle, 2019), tandis que d'autres définissent la « profondeur » comme étant une quantité ≥ 2 cm de litière posée sur la surface de la stalle (Solano et coll., 2015). De plus, la boiterie est aussi liée à la conception de la stalle, particulièrement si de petites stalles au rebord élevé logent de grandes vaches. D'autres facteurs ont été déterminés et sont décrits dans le tableau 9. Il faut aussi tenir compte de la gestion, qui joue un rôle important dans la boiterie. Plus particulièrement, les stalles humides ou ayant des niveaux plus élevés de contamination fécale, les pratiques de régie ayant moins recours aux préventives ou au parage des onglons préventif, les longues périodes passées hors de l'enclos pour la traite, et les densités d'élevage élevées contribuent à une prévalence plus élevée de boiterie. Pour ce qui est des facteurs liés à la vache, une cote d'état de chair basse ($\leq 2,5$), la parité plus élevée ($> 1^{\circ}$ lactation), les blessures aux jarrets, et un plus grand nombre de jours en lactation sont associés à une prévalence plus haute, tandis qu'une production laitière plus élevée est associée à une boiterie moindre.

Plusieurs études épidémiologiques ont cherché à déterminer les facteurs associés au développement des causes infectieuses et non infectieuses de la boiterie. Si nous évaluons la grande catégorie des lésions de la corne de l'onglon, nous constatons que les vaches à parité plus élevée présentent de plus grands niveaux de lésions de la corne de l'onglon, celles ayant boiterie antérieure et celles logées en stabulation entravée (tableau 10). De nombreux autres facteurs contribueraient individuellement aux lésions de la corne de l'onglon, aux ulcères de la sole, à la maladie de la ligne blanche et à l'érosion de la corne du talon (bulbe). Il faudrait toutefois que ces résultats soient reproduits dans plusieurs études pour être validés (tableau 10).

Tableau 9 Facteurs associés à la boiterie

	Prévalence moins élevée de boiterie	Prévalence plus élevée de boiterie
Facteurs liés au logement	<p>Élevage au pâturage (Adams et coll., 2017; Hernandez-Mendo et coll., 2007; Olmos et coll., 2009)</p> <p>Accès au pâturage (Chapinal et coll., 2013; de Vries et coll., 2015)</p> <p>Litière de sable (Adams et coll., 2017; Chapinal et coll., 2013; Cook, 2003; Salfer et coll., 2018; Solano et coll., 2015)</p> <p>Revêtement de sol en caoutchouc comparé à un sol en béton (Bergsten et coll., 2015; Chapinal et coll., 2013)</p> <p>Litière profonde (Chapinal et coll., 2013; de Vries et coll., 2015; Dippel et coll., 2009b; Griffiths et coll., 2018; Jewell et coll., 2019a; Rouha-Mulleder et coll., 2009; Salfer et coll., 2018; Solano et coll., 2015; Croyle, 2019)</p> <p>Matelas souples comparés à un sol en béton (de Vries et coll., 2015)</p> <p>Distance entre la barre d'arrêt et la bordure arrière (Chapinal et coll., 2013)</p> <p>Diagonale de la barre d'arrêt > 1,94 m (Rouha-Mulleder et coll., 2009)</p> <p>Revêtement de sol en caoutchouc comparé à un sol en béton (Bergsten et coll., 2015; Chapinal et coll., 2013)</p>	<p>Stabulation entravée sans exercice (Bielfeldt et coll., 2005)</p> <p>Pas d'accès aux pâturages (de Vries et coll., 2015)</p> <p>Ferme zéro-pâturage (Haskell et coll., 2006)</p> <p>Tapis ou matelas comparés à du sable (Dippel et coll., 2009b; Salfer et coll., 2018)</p> <p>Présence d'obstacles au mouvement de la tête vers l'avant (Chapinal et coll., 2013)</p> <p>Espace d'élançement obstrué (Westin et coll., 2016a)</p> <p>Diagonales de la barre d'arrêt au rebord trop courtes (Dippel et coll., 2009b)</p> <p>Surface de repos en béton comparée à des tapis ou des matelas souples (de Vries et coll., 2015)</p> <p>Présence de béton endommagé (Barker et coll., 2010)</p> <p>Présence d'un espace derrière la bordure d'arrêt rempli en béton (Espejo et Endres, 2007)</p> <p>Hauteur de la bordure d'arrêt supérieure à 15,24 cm (Espejo et Endres, 2007)</p> <p>Largeur d'espacement entre les rainures inférieure à 2 cm (Griffiths et coll., 2018)</p> <p>Petites logettes en stabulation libre pour grandes vaches (Haskell et coll., 2006; Westin et coll., 2016a)</p> <p>Stalles plus étroites, barres d'attache plus basses et placées moins loin en avant (Bouffard et coll., 2017)</p> <p>Hauteur de bordure des stalles (King et coll., 2016, 5 cm d'augmentation de la hauteur de bordure sur 20,9 cm, risque accru de boiterie sévère; Rouha-Mulleder et coll., 2009, prévalence inférieure de la boiterie si la hauteur de bordure < 0,22 m)</p> <p>Caillebotis (Rouha-Mulleder et coll., 2009)</p> <p>Sols glissants (Solano et coll., 2015)</p> <p>Couloir d'alimentation étroit (Westin et coll., 2016a)</p>

<p>Facteurs liés à la régie</p>	<p>Exploitation de plus grande échelle (Adams et coll., 2017)</p> <p>Taille de troupeau plus petite (Chapinal et coll., 2013)</p> <p>Troupeau composé de races autres que des Holstein (Barker et coll., 2010)</p> <p>Statut de troupeau fermé (de Vries et coll., 2015)</p> <p>Parage annuel ou semestriel des pieds de toutes les vaches selon un calendrier d'entretien (Espejo et Endres, 2007)</p> <p>Parage préventif des onglons en début de lactation (Griffiths et coll., 2018)</p> <p>Pieds des vaches soulevés et examinés dans les 48 heures suivant la détection de la boiterie (Croyle, 2019)</p> <p>Bains de pied plus fréquents (hebdomadaires au minimum; Griffiths et coll., 2018)</p> <p>Nettoyage plus fréquent des allées contenant du fumier (King et coll., 2016)</p>	<p>Densité d'élevage plus élevée (King et coll., 2016; Rouha-Mulleder et coll., 2009)</p> <p>Vaches non traitées dans les 48 heures suivant la détection (Barker et coll., 2010)</p> <p>Pourcentage plus grand de stalles présentant une contamination fécale (Chapinal et coll., 2013)</p> <p>Stalles humides (Jewell et coll., 2019a)</p> <p>Plus longues périodes passées hors de l'enclos pour la traite (Espejo et Endres, 2007; Jewell et coll., 2019a)</p> <p>Emploi de racleurs automatiques (Barker et coll., 2010)</p>
<p>Facteurs liés à la vache</p>	<p>Cote d'état de chair plus élevée (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Production laitière élevée lors de la lactation précédente (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Production laitière plus élevée (Jewell et coll., 2019a; Solano et coll., 2015)</p> <p>Première lactation (Jewell et coll., 2019a; Solano et coll., 2015)</p>	<p>Cote d'état de chair basse ($\leq 2,5$) (Dippel et coll., 2009b; Green et coll., 2014; Jewell et coll., 2019a; King et coll., 2017; Lim et coll., 2015; Solano et coll., 2015; Westin et coll., 2016b)</p> <p>Boiterie antérieure (Green et coll., 2014)</p> <p>Vache plus large (Jewell et coll., 2019a)</p> <p>Plus grand nombre de jours en lactation (Jewell et coll., 2019a; Lim et coll., 2015)</p> <p>Parité plus élevée (King et coll., 2017; Lim et coll., 2015)</p> <p>Vaches se poussant les unes les autres ou tournant brusquement pour entrer dans la salle de traite (Barker et coll., 2010)</p> <p>Incidence des lésions de décollement de la corne de l'onglon sur la lactation suivante (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Onglons trop longs (Solano et coll., 2015)</p> <p>Taureaux choisis pour leur capacité à transmettre leur puissance laitière (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Blessures aux jarrets (Solano et coll., 2015; Westin et coll., 2016a,b; Croyle, 2019)</p>

Tableau 10 Facteurs associés au développement de lésions de la corne de l'onglon

	Prévalence moins élevée	Prévalence plus élevée
Lésions de la corne de l'onglon	<p>Tapis en caoutchouc (Haggman et Juga, 2015)</p> <p>Ration totale mélangée (Haggman et Juga, 2015)</p> <p>Accès au pâturage (Olmos et coll., 2009)</p>	<p>Boiterie observée (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Vaches âgées (Foditsch et coll., 2016; Haggman et Juga, 2015)</p> <p>Vaches ayant présenté des lésions de la corne de l'onglon lors de la lactation précédente (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Production laitière élevée lors de la lactation précédente (Foditsch et coll., 2016)</p> <p>Vaches en début et milieu de lactation (Haggman et Juga, 2015)</p> <p>Les vaches élevées à l'intérieur ont des probabilités plus élevées de troubles non infectieux de l'onglon que les vaches sortant en été, tandis que les vaches ayant accès au pâturage en été et à une aire d'exercice en hiver ont plus de probabilité de présenter des troubles infectieux de l'onglon (Haggman et Juga, 2015)</p>
Ulcères de la sole	<p>Revêtement de sol en caoutchouc (Bergsten et coll., 2015)</p>	<p>Stabulation entravée sans exercice (Bielfeldt et coll., 2005)</p> <p>Parité plus élevée (Holzhauer et coll., 2008)</p> <p>4e parité et plus (Barker et coll., 2009)</p> <p>Passage des vaches sur des routes ou des allées en béton pour se rendre de la salle de traite au pâturage (Barker et coll., 2009)</p> <p>Plus grand nombre de jours en lactation (Holzhauer et coll., 2008)</p> <p>Utilisation de chaux dans des logettes en stabulation libre (Barker et coll., 2009)</p> <p>Logement en stabulation libre avec peu de litière dans les logettes (Barker et coll., 2009)</p> <p>Augmentation de la fréquence de nettoyage des allées (Cramer et coll., 2009)</p> <p>Cote d'état de chair basse (Green et coll., 2014)</p> <p>Boiterie antérieure (Green et coll., 2014)</p>
Maladie de la ligne blanche	<p>Parage des génisses avant le vêlage (Cramer et coll., 2009)</p> <p>Revêtement de sol en caoutchouc (Fjeldaas et coll., 2011)</p>	<p>Stabulation entravée avec exercice comparée à des stabulations entravées sans exercice (Bielfeldt et coll., 2005)</p> <p>Augmentation de la parité (Barker et coll., 2009)</p> <p>Augmentation de la taille de troupeau (Barker et coll., 2009)</p> <p>Vaches au pâturage dans la journée et logées la nuit (Barker et coll., 2009)</p> <p>Aires ou allées en béton (Barker et coll., 2009)</p> <p>Stabulations entravées avec accès à des espaces extérieurs tout au long de l'année comparées à un accès saisonnier ou sans accès à l'extérieur (Cramer et coll., 2009)</p> <p>Cote d'état de chair basse (Green et coll., 2014)</p> <p>Boiterie antérieure (Green et coll., 2014)</p>
Érosions de la corne du talon	<p>Logement avec sol en caillebotis en béton (Haufe et coll., 2012)</p>	<p>Logement en stabulation entravée (Bielfeldt et coll., 2005)</p> <p>Vaches multipares (Chapinal et coll., 2010a)</p> <p>Plus grand nombre de jours en lactation (Chapinal et coll., 2010a)</p>

Plusieurs éléments sont considérés comme des facteurs d'augmentation de la prévalence de la dermatite digitale dans les troupeaux laitiers, y compris un niveau plus élevé de saleté des pattes (Relun et coll., 2013), la présence d'un sol en béton plein rainuré comparativement à un sol en béton plein non rainuré (Barker et coll., 2009) et d'un sol en béton texturé (Wells et coll., 1999), un degré d'humidité plus élevé dans l'environnement (Rodriguez-Lainz et coll., 1996; Read et Walker, 1998), l'introduction de nouveaux animaux dans le troupeau (Rodriguez-Lainz et coll., 1996, 1999; Wells et coll., 1999), la primiparité (Somers et coll., 2005; Read et Walker, 1998; Rodriguez-Lainz et coll., 1999), et la désinfection inadéquate du matériel de parage des onglons (Wells et coll., 1999). La bactérie responsable de la dermatite digitale, du genre *Treponema*, survit plusieurs heures après un contact et elle doit être supprimée au moyen de désinfectants spécifiques, comme l'hypochlorite de sodium, le Virkon, ou le FAM 30 (Gillespie et coll., 2020). L'accès plus important au pâturage (Somers et coll., 2005; Read et Walker, 1998; Wells et coll., 1999; Onyiro et coll., 2008), les caillebotis (Fjeldaas et coll., 2011; Somers et coll., 2005), des vaches au sec (Somers et coll., 2005; Holzhauser et coll., 2006) et des vaches ayant une réponse immunitaire à médiation d'anticorps élevées (Cartwright et coll., 2017; Palmer et O'Connell, 2015) sont des éléments associés, individuellement, à une prévalence moindre de la dermatite digitale.

Blessures. Comme pour la boiterie, un nombre important de recherches ont déterminé les facteurs liés au logement, à la régie et à la vache qu'on associe aux blessures aux jarrets. Les facteurs liés au logement généralement associés à un niveau moindre de blessures aux jarrets sont notamment une litière profonde, l'accès au pâturage et une litière composée de sable, tandis que les salles de traite en épi, les stalles équipées de matelas et les stalles courtes sont associées à l'augmentation du niveau de blessures aux jarrets (tableau 11). Pour ce qui est de la régie, la pratique la plus cruciale pour obtenir une faible prévalence consiste à maintenir la propreté et l'absence d'humidité des stalles. Les vaches à la lactation plus élevée et ayant un plus grand nombre de jours en lactation présentent une prévalence plus haute de blessures au jarret, tout comme les vaches boiteuses ou dont la cote d'état de chaire est basse.

Tableau 11 Facteurs associés aux blessures aux jarrets

	Prévalence moins élevée de blessures au jarret	Prévalence plus élevée de blessures au jarret
Facteurs liés au logement	<p>Enclos ouvert/sec (Adams et coll., 2017)</p> <p>Litière profonde (Barrientos et coll., 2013; de Vries et coll., 2015; van Gastelen et coll., 2011)</p> <p>Litière de sable (Barrientos et coll., 2013; Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Jewell et coll., 2019b; van Gastelen et coll., 2011)</p> <p>Accès au pâturage pendant la période de tarissement (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Matelas souples comparés à des tapis en caoutchouc ou du béton (de Vries et coll., 2015; Ekman et coll., 2018)</p> <p>Litière en mousse de tourbe comparée à une litière en sciure de bois ou en paille (Ekman et coll., 2018)</p> <p>Largeur de stalle adéquate (Ekman et coll., 2018)</p> <p>Litière en paille ou en foin (Jewell et coll., 2019b; Keil et coll., 2006)</p> <p>Hauteur du muret de la mangeoire < 10 cm ou > 20 cm (Jewell et coll., 2019b)</p> <p>Longueur de la chaîne < 50 cm (Jewell et coll., 2019b)</p> <p>Plus longue durée passée à l'extérieur (Keil et coll., 2006) (50 h minimum passées à l'extérieur sur une période de 4 semaines en stabulation entravée)</p>	<p>Emploi de racleurs automatiques (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Surface de repos en béton comparée à des tapis ou des matelas souples (de Vries et coll., 2015)</p> <p>Salles de traite en épi comparées à des salles de traite en tandem (Ekman et coll., 2018) et en parallèle (Jewell et coll., 2019b)</p> <p>Augmentation de la pente de la stalle (Haskell et coll., 2006)</p> <p>Litière en sciure de bois comparée à une litière en sable (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Stalles équipées de matelas comparés au béton et au sable (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Jewell et coll., 2019b; Nash et coll., 2016; Salfer et coll., 2018)</p> <p>Longueur de la stalle < 165 cm (entravée) ou < 182 cm (libre) (Jewell et coll., 2019b; Nash et coll., 2016)</p> <p>Pression localisée élevée ou friction sur des surfaces dures (Kester et coll., 2014)</p> <p>Largeur de stalle plus étroite (Nash et coll., 2016)</p> <p>Barre d'attache placée plus loin en avant (Nash et coll., 2016)</p> <p>Longueur de la chaîne plus courte (Nash et coll., 2016)</p> <p>Présence d'un dresseur électrique (Zurbrigg et coll., 2005)</p>
Facteurs liés à la régie	<p>Matière sèche de la litière $\geq 83,9$ % (Barrientos et coll., 2013)</p>	<p>Augmentation du pourcentage de stalles présentant une contamination fécale (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Augmentation de la densité d'élevage (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Mauvaise gestion de la litière (Barrientos et coll., 2013)</p> <p>Vaches plus propres (Ekman et coll., 2018)</p> <p>Litière humide (Jewell et coll., 2019b)</p>
Facteurs liés à la vache	<p>Vaches en première lactation (Jewell et coll., 2019b)</p> <p>Présence de saleté sur le flanc (Jewell et coll., 2019b)</p>	<p>Holsteins (Ekman et coll., 2018)</p> <p>Plus grand nombre de jours en lactation (Ekman et coll., 2018; Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Jewell et coll., 2019; Nash et coll., 2016)</p> <p>Vaches plus âgées (Ekman et coll., 2018; Nash et coll., 2016)</p> <p>Vaches boiteuses (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Nash et coll., 2016)</p> <p>Cote d'état de chair basse (Nash et coll., 2016; Jewell et coll., 2019b)</p> <p>Augmentation de la largeur de la vache (Nash et coll., 2016)</p>

Un nombre moindre d'études a cherché à déterminer les facteurs de risque associés aux blessures aux genoux et au cou. Pour ce qui est des blessures aux genoux, les vaches âgées sont associées à une prévalence de blessure plus élevée (tableau 12), tandis que pour le cou, les barres d'arrêt basses (< 140 cm de hauteur) sont liées à une prévalence plus élevée de blessures au cou (tableau 13).

Tableau 12 Facteurs associés aux blessures aux genoux

Prévalence moins élevée de blessures au genou	Prévalence plus élevée de blessures au genou
Revêtement de sol en caoutchouc comparé à un sol en béton (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014) Hauteur de la mangeoire de 10 à 19 cm (Jewell et coll., 2019b) Plus grand nombre de jours en lactation (Nash et coll., 2016) Cote d'état de chair plus élevée (Nash et coll., 2016) Augmentation de la largeur de la stalle (Nash et coll., 2016)	Sols de stalle en béton comparés à des matelas (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014) Vaches plus âgées (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Jewell et coll., 2019b) Glissade ou chute pendant le déplacement dans l'aire d'attente (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014) Largeur de stalle < 120 cm (Jewell et coll., 2019b) Saleté sur le flanc (Jewell et coll., 2019) Litière en matière recyclée de sites de construction (Jewell et coll., 2019b) Diminution de la longueur de la chaîne (Nash et coll., 2016) Diminution de la longueur de l'espace de repos (Nash et coll., 2016)

Tableau 13 Facteurs associés aux blessures au cou

Prévalence plus élevée de blessures au cou
Vaches plus âgées (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Jewell et coll., 2019b) Barre de la mangeoire ou barre d'attache basse (< 140 cm) (Zaffino-Heyerhoff et coll., 2014; Zurbrigg et coll., 2005) et barre d'attache plus élevée ainsi que barre d'attache placée moins loin en avant (Bouffard et coll., 2017) Hauteur de la mangeoire < 10 cm dans les stabulations entravées (Jewell et coll., 2019b) Distance entre la barre d'attache et le rebord < 180 cm ou entre 200 et 209 cm (Jewell et coll., 2019b) Hauteur de la vache entre 146 et 149 cm ou > 153 cm (Jewell et coll., 2019b) Barrière composée de poteaux et de rails horizontaux (Jewell et coll., 2019b) Chaînes plus courtes (Bouffard et coll., 2017) Stalles plus étroites (Bouffard et coll., 2017)

5.3 Prévention

L'évaluation des stratégies de prévention de la boiterie doit tenir compte de plusieurs des facteurs de risque associés à la boiterie énumérés précédemment. Puisque le logement des vaches peut considérablement influencer sur la prévalence de la boiterie, des modifications ciblées de la conception du logement peuvent conduire à la diminution de la boiterie. Morabito et coll. (2017) constatent que les éleveurs qui augmentent la quantité de litière, changent la surface des stalles et rainurent les intersections des couloirs réduisent la prévalence de la boiterie et allongent les temps de repos par rapport aux producteurs n'apportant aucun changement. C'est pourquoi les éleveurs doivent être encouragés à modifier positivement leurs installations de façon à améliorer le confort des vaches de leurs troupeaux, en vue de réduire la prévalence de la boiterie (Morabito et coll., 2017).

Une des stratégies les plus importantes de maîtrise de la boiterie consiste à parer régulièrement les onglons afin, d'une part, de maintenir un appui correct et, d'autre part, de minimiser et prévenir le développement de lésions (Manske et coll., 2002). Notons toutefois que très peu d'études ont quantifié l'incidence du parage sur la note de boiterie (Stoddard et Cramer, 2017). De plus, ces études s'interprètent difficilement, car toutes portent uniquement sur des vaches boiteuses (absence de vaches témoins ou de vaches non boiteuses à des fins de comparaison). Enfin, ces recherches donnent des résultats mitigés : une des études montre que le parage des onglons a des répercussions positives et améliore la démarche des vaches (Tanida et coll., 2011), tandis que d'autres constatent que la note de boiterie augmente dans la période suivant immédiatement le parage des onglons (Chapinal et coll., 2010b; Van Hertem et coll., 2014). Par ailleurs, d'autres études observent que le parage des onglons réduit la pression sur l'onglon et allonge le temps de développement des cas de boiterie (van der Tol et coll., 2004; Carvalho et coll., 2006; Bryan et coll., 2012). L'augmentation de la fréquence du parage de onglons est aussi un moyen efficace de réduire la boiterie et les lésions de la corne (Manske et coll., 2002; Hernandez et coll., 2007). Enfin, il est probable que le type de méthode et la qualité du parage influent sur la boiterie, mais de nouvelles recherches devront en déterminer les effets particuliers.

Il est possible de prévenir les anomalies de la corne de l'onglon, comme les ulcères de la sole et la maladie de la ligne blanche, par des améliorations du logement accroissant le confort de la vache et par des stratégies de régulation réduisant le temps total passé en position debout et augmentant le temps de repos (Bicalho et Oikonomou, 2013). Les allées de circulation en béton sont indubitablement un facteur de risque majeur, et il a été observé que l'accès au pâturage agit sur la réduction des anomalies de la corne de l'onglon (Hernandez-Mendo et coll., 2007). Les effets des revêtements de sol en caoutchouc ne sont pas uniformes : certaines études constatent des effets bénéfiques (Ouweltjes et coll., 2011; Vanegas et coll., 2006) tandis que d'autres constatent des effets nocifs (Fjeldaas et coll., 2011; O'Driscoll et coll., 2009; Vokey et coll., 2001). Certains des avantages de l'augmentation de la mollesse ou de l'adhérence sont probablement contrebalancés par l'augmentation du temps passé en position debout ou par des onglons trop longs (Bicalho et Oikonomou, 2013). L'amélioration du temps de repos obtenue par les stalles à litière profonde (Andreasen et Forkman, 2012), les litières en sable, la prévention du surpeuplement, l'adéquation de la conception des stalles, et la réduction du temps d'attente pour la traite (Main et coll., 2010) ou de rétention au cornadis sont autant d'éléments qui diminueraient les niveaux d'anomalie de la corne de l'onglon (Bicalho et Oikonomou, 2013). Par conséquent, la maximisation du temps de repos contribuerait à la prévention des lésions de

l'onglon. La sélection génétique pourrait aussi jouer un rôle dans la lutte contre les anomalies de la corne de l'onglon, l'héritabilité étant estimée comme faible ou modérée pour certaines lésions du pied (Laurson et coll., 2009; van der Linde et coll., 2010; van der Waaij et coll., 2005). On pourrait aussi diminuer les anomalies de la corne de l'onglon en se concentrant sur des traits de conformation, comme un angle du pied plus incliné (Oikonomou et coll., 2013), la vue de l'arrière des membres arrière (Boettcher et coll., 1998), la largeur aux ischions (Boettcher et coll., 1998) et les traits de conformation du système mammaire (Onyiro et coll., 2008).

Plusieurs stratégies de lutte contre la dermatite digitale ont été recommandées, comme la préservation d'un environnement propre et sans humidité, le traitement topique individuel des vaches affectées et les bains de pied (Laven et Logue, 2006; Nuss, 2006; Döpfer et coll., 2012). Il a été prouvé que les bains de pied agissent efficacement contre la dermatite digitale; le sulfate de cuivre en réduit effectivement la prévalence (Speijers et coll., 2010; Solano et coll., 2017; Fjeldaas et coll., 2014). En cas de prévalence élevée de la dermatite, il a été proposé qu'un bain de pied dans une solution de sulfate de cuivre à 5 % soit réalisé au moins hebdomadairement (Speijers et coll., 2010). Pour maximiser l'efficacité des bains de pied, il est important de submerger chaque pied dans le bain. La probabilité que chaque pied soit immergé au moins deux fois est de 95 % dans un bain de pied d'une longueur de 3,0 m, et cette probabilité augmente significativement, à trois ou quatre immersions par pied, dans un bain de pied long de 3,0 à 3,7 m (Cook et coll., 2012). Cela indiquerait que la longueur des bains de pied doit mesurer au moins 3,0 m pour que les pieds des vaches soient amplement submergés.

Concernant les blessures, rares sont les recherches portant sur les stratégies préventives de réduction de l'incidence des blessures. Au regard des facteurs de risque associés à la prévalence de blessures, il apparaît clairement qu'elles dépendent du logement, de la régie et de la vache. Les recherches montrent que l'adéquation de la conception des logements et l'utilisation de litières profondes sont les facteurs le plus constamment déterminés comme contribuant à la réduction de la prévalence de blessures. Pour prévenir les blessures à la queue, on doit éviter que soit exercée inutilement une force sur la queue de la vache. Il est en effet peu probable que la queue d'une vache se casse accidentellement, tant la force nécessaire pour que cela se produise est considérable (Laven et Jermy, 2020). Il faut par conséquent adopter des techniques de manipulation réduisant le stress, particulièrement quand les vaches sont menées dans la salle de traite, pour éviter les blessures à la queue.

5.4 Détection rapide et traitement

Évaluation. Comme nous l'avons vu précédemment, les méthodes visuelles d'évaluation de la boiterie sont les plus répandues; on trouve dans la littérature la description de 25 méthodes d'évaluation de la démarche et de la posture (Schlageter-Tello et coll., 2014). Le principal avantage de ces systèmes d'évaluation réside dans leur caractère non invasif et leur application facile dans les conditions d'élevage (Whay, 2002). Ces méthodes ont toutefois leurs limites. L'évaluation visuelle de la locomotion pourrait ne pas être suffisamment sensible pour détecter les petits changements dans la démarche et ne pas toujours exprimer toutes les caractéristiques de la démarche et de la posture décrites dans le système d'évaluation de la locomotion (Engel et coll., 2003; Tadich et coll., 2010; Schlageter-Tello et coll., 2014). De plus, ces systèmes de notation manuels sont subjectifs, comme le montrent les variations de concordance et de fiabilité constatées dans la littérature (Schlageter-Tello et coll., 2014). Notons toutefois que la formation

des évaluateurs réduit constamment, de façon éprouvée, la subjectivité des mesures (Croyle et coll., 2018; March et coll., 2007). Il a été proposé que les évaluateurs suivent des formations périodiques pour qu'ils ne changent pas leur façon d'appliquer la définition des mesures (Kazdin, 1977). Un autre élément important doit être pris en compte, particulièrement pour les producteurs laitiers : le temps nécessaire à la réalisation de l'évaluation visuelle manuelle. En effet, elle nécessite un engagement important en temps, ce qui risque d'empêcher les éleveurs d'effectuer les examens permettant d'assurer le traitement rapide des boiteries (Schlageter-Tello et coll., 2014).

Plusieurs systèmes automatisés de notation de la locomotion ont été décrits et employés aux fins de détection de la boiterie (Flower et Weary, 2009; Schlageter-Tello et coll., 2014). Bien que les technologies en question en soient à leurs premiers stades de mise au point et de commercialisation, elles présentent des avantages de taille par rapport aux méthodes manuelles. Plus précisément, elles permettraient des évaluations plus uniformes, supprimeraient les besoins en temps de la surveillance de la boiterie, et seraient en mesure de détecter les boiteries plus rapidement que la plupart des êtres humains.

Traitement. Très peu d'études s'intéressent aux traitements de la boiterie. La plupart des études évaluent le traitement de la dermatite digitale (Potterton et coll., 2012). L'application de différents antibiotiques (tétracycline sous forme topique, Cutler et coll., 2013; oxytétracycline, Hernandez et coll., 1999, Berry et coll., 2012; lincomycine, Moore et coll., 2001, Berry et coll., 2012; et une préparation à base de cuivre, Hernandez et coll., 1999) contribuerait au traitement de la dermatite digitale. Une méta-analyse récente estime toutefois que l'efficacité de ces traitements n'est pas prouvée, en raison de l'insuffisance des connaissances et de la qualité des données actuelles (Ariza et coll., 2017).

L'effet des interventions de parage curatif en cas de lésions de la corne de l'onglon a fait l'objet de plusieurs études. Le parage curatif consiste à retirer la corne nécrotique et décollée ou érodée pour créer un milieu aérobie et minimiser la possibilité de formation d'abcès. Cette opération est suivie de l'ajustement de l'appui sur les onglons malades ou endommagés (Shearer et coll., 2013). Le parage curatif des vaches souffrant de boiterie entraîne un taux élevé de rétablissement; ce dernier dépend toutefois de la gravité de la boiterie, les vaches atteintes de boiterie sévère étant moins susceptibles de se rétablir (Miguel-Pacheco et coll., 2017). En cas de parage curatif, il est également important de savoir s'il s'agit d'un cas chronique ou de longue durée, car il est probable que l'intervention donne de moins bons résultats dans ces circonstances. Étant donné la proportion élevée de vaches atteintes de boiterie chronique (Randall et coll., 2018), il est nécessaire de mener des recherches qui détermineront les meilleures méthodes de traitement de ces cas de boiterie. La détection précoce est primordiale à l'amélioration des résultats. Les interventions rapides diminuent la gravité des lésions du pied, la prévalence de la boiterie, et la nécessité de retraiter des animaux pour une nouvelle boiterie (Leach et coll., 2012). Cependant, comme nous l'avons indiqué plus haut, dans de nombreuses fermes, les producteurs peinent à détecter rapidement la boiterie : 40 % des vaches sont traitées pour boiterie par les éleveurs plus de 3 semaines après avoir été jugées boiteuses par des chercheurs (Alawneh et coll., 2012). Plusieurs chercheurs estiment que la combinaison d'une évaluation bi-hebdomadaire de la boiterie et de traitement adéquat (c'est-à-dire de parage curatif des pieds) accroît les taux de guérison de la boiterie et le nombre de vaches saines (Groenevelt et coll., 2014). Ajoutons qu'au vu de l'évaluation des méthodes perfectionnées de traitement de

la boiterie, l'amputation de doigts doit être découragée, car elle ralentit le retour au niveau de productivité et entraîne un risque plus élevé de réforme par rapport à une arthrodèse (Bicalho et coll., 2006).

Concernant les blessures, presque aucune étude n'a été publiée sur les méthodes adéquates de traitement ou de gestion des vaches atteintes de blessures aux jarrets, au cou et aux genoux. D'après les facteurs de risque présentés plus haut, l'amélioration de la mollesse de la surface de repos et de la litière des vaches devrait aider au rétablissement. Il est toutefois nécessaire d'approfondir les recherches sur le rétablissement et la durée de guérison associés aux différentes méthodes de traitement préconisées aux fins de gestion des blessures.

Prise en charge de la douleur. La boiterie est un état douloureux. Elle amène les vaches à modifier leur démarche selon la douleur causée par des infections ou des lésions situées principalement dans les onglons (Whay et coll., 1998; O'Callaghan et coll., 2003). Outre la prise en charge de la douleur par un parage curatif et des blocs, l'administration d'analgésiques aide au rétablissement de la boiterie; toutefois, le nombre d'essais comparatifs réalisés sur ce sujet est très insuffisant (Coetzee et coll., 2017). L'injection d'un anesthésiant local dans le bulbe du talon du membre atteint de boiterie améliore l'appui sur le membre et réduit la note de boiterie (Rushen et coll., 2006). Soulignons toutefois que cette technique a été évaluée par une seule étude, probablement en raison des conditions pratiques d'application. Plusieurs essais sur le terrain ont mis à l'épreuve l'administration de kétoprofène, un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS). L'injection de kétoprofène est suivie par une distribution plus uniforme du poids sur les 4 membres (Flower et coll., 2008) et la diminution de la variation de distribution du poids (Chapinal et coll., 2010c). Une légère amélioration de la note de boiterie est également observée (Flower et coll., 2008). La combinaison de parage curatif, de pose de bloc et d'injection de kétoprofène améliore la guérison de la boiterie 35 jours après le traitement, comparativement à des animaux traités seulement par parage curatif (Thomas et coll., 2015). L'utilisation d'un autre AINS, la flunixin méglumine, a également des effets positifs sur les boiteries des vaches. Dans un modèle de boiterie induite, l'administration de flunixin au moment de l'induction de boiterie et 12 heures plus tard améliore les notes de locomotion et amène l'animal à exercer plus de pression sur le pied atteint (Schulz et coll., 2011). De nouvelles recherches devront déterminer la meilleure stratégie d'atténuation de la douleur causée par la boiterie. Cependant, il reste que la combinaison de parage curatif, de pose de bloc et d'administration d'AINS serait la meilleure stratégie de gestion d'un premier cas de boiterie. Concernant les vaches atteintes de plusieurs cas de boiterie, les données probantes sont moins concluantes que ce soit en matière de traitement ou de prise en charge de la douleur, sujets qui devront faire l'objet de futures recherches. D'autres travaux devront aussi chercher à comprendre la douleur attribuable au parage curatif, qui se produirait quand les pattes de la vache sont placées dans des positions susceptibles de la blesser ou que les vaches sont déplacées brusquement dans le couloir de contention. Ces effets sur les vaches seraient atténuables par le déplacement adéquat des bovins ainsi que des formations sur l'emploi des cages et couloirs de contention. Il faudrait toutefois que des travaux montrent s'il est nécessaire d'atténuer la douleur dans ces cas.

Les hygromas résultant de blessures aux jarrets, au cou ou aux genoux sont jugés si douloureux qu'une simple manipulation de l'articulation provoque de la douleur (Kester et coll., 2014; Dyce et coll., 2010; Aiello et Moses, 2010). Comme sur le traitement des blessures, très peu de

données probantes expliquent l'incidence de l'atténuation de la douleur ou déterminent la meilleure stratégie de réduction de la douleur liée à ce type de blessure.

5.5 Obstacles relevant des fermes laitières

Comme nous l'avons vu, la nature multifactorielle des boiteries (Solano et coll., 2015; Cook et coll., 2016) complique leur prévention et leur maîtrise. La compréhension des causes fondamentales des boiteries ainsi que des modifications à la ferme nécessaires à la réduction de leur incidence ne constitue qu'un aspect de cette prévention et cette maîtrise. La diminution des boiteries dans les troupeaux laitiers requiert l'adaptation ou la modification des méthodes d'exploitation, ce qui implique souvent des investissements et des changements comportementaux. Toute amélioration des taux et des degrés de boiterie dans les fermes laitières canadiennes doit pouvoir compter sur un changement d'attitude des éleveurs et leur volonté de prendre des mesures dans ce sens (Brujnis et coll., 2013).

De nombreux chercheurs sont arrivés à la conclusion que les boiteries dans les fermes laitières se heurtent à des obstacles à la fois extrinsèques (par exemple temps, fonds, espace) et intrinsèques (par exemple attitudes, perceptions, priorités et mentalités des éleveurs). Selon certaines recherches, les éleveurs considéreraient que le manque de temps et l'insuffisance de main-d'œuvre seraient d'importants facteurs extrinsèques entravant la maîtrise des boiteries (Leach et coll., 2010a; 2013; Sadiq et coll., 2019). Leach et coll. (2010a) constatent que le temps et la main-d'œuvre qualifiée sont des facteurs limitants importants des activités de prise en charge de la boiterie, et que des contraintes financières empêchent les éleveurs de prendre les mesures conseillées dans 30 % des cas; des résultats sont similaires sont observés au Canada (Cutler et coll., 2017). Sadiq et coll. (2019) soulignent en outre que les éleveurs connaissent insuffisamment les répercussions de la boiterie sur leur activité. Une des stratégies visant à réduire ces obstacles consiste à essayer de comprendre les coûts et le rendement des différentes interventions relatives aux boiteries (Brujnis et coll., 2012; Dolecheck et coll., 2019). Brujnis et coll. (2012) avancent que le fait d'informer les fermiers à propos de la corrélation entre bien-être et économie pourrait les inciter à accepter des changements. Cela pourrait aussi éclairer leurs décisions au moment d'établir des priorités. Des programmes d'évaluation à la ferme, qui procureraient aux éleveurs des rétroactions concernant les indicateurs de mesure basés sur les animaux, pourraient aussi pousser les producteurs à vouloir réduire les niveaux de boiterie dans leur exploitation. La simple prise de conscience de l'ampleur du problème suffit pour que des éleveurs modifient leur gestion et améliorent l'incidence de boiterie et de blessures aux jarrets dans leur ferme (Chapinal et coll., 2014a). Des rapports indiquant la prévalence d'indicateurs basés sur les animaux dans un élevage par rapport aux troupeaux de la région pourraient encourager les éleveurs à effectivement changer la conception et la gestion de leurs installations (Chapinal et coll., 2014a). Il a également été montré que ces rapports comparatifs incitent les producteurs à réaliser d'autres modifications, relatives notamment à la gestion du colostrum (Sumner et coll., 2018).

Soulignons toutefois que la diffusion d'informations et de conseils suffit rarement à produire des changements durables dans les fermes (Sadiq et coll., 2019). Bien que les facteurs extrinsèques évoqués (par exemple temps, fonds, espace) représentent des obstacles considérables, la maîtrise des boiteries se heurte aussi à de nombreuses barrières intrinsèques. La décision d'investir temps et ressources est finalement déterminée par le degré d'importance et de priorité accordé à un

problème (Bruijnis et coll., 2012). En effet, des recherches avancent que la détection incomplète, la grande tolérance face aux boiteries, la méconnaissance de leurs répercussions sur le bien-être animal, et la haute priorité donnée à d'autres problèmes de santé sont des obstacles majeurs à la réduction de la boiterie dans les troupeaux laitiers (Leach et coll., 2010a, 2013; Sadiq et coll., 2019).

Des recherches montrent que les éleveurs sous-estiment fortement la boiterie dans leurs troupeaux, comparativement aux estimations de chercheurs, de vétérinaires et d'autres conseillers sur place (Whay, 2002; Espejo et Endres, 2007; Šárová et coll., 2011; Leach et coll., 2010a, 2013). À titre d'exemple, la prévalence estimée dans une étude portant sur 50 troupeaux en stabulation libre du Minnesota est trois fois supérieure aux estimations données par les gestionnaires des troupeaux (Espejo et coll., 2006). D'autres études comparant le niveau de boiterie autoestimé par l'éleveur et par des chercheurs indépendants montrent que les éleveurs ne détectent pas environ deux tiers des vaches boiteuses (Cutler et coll., 2017; Croyle et coll., 2018). Croyle et coll. (2019) supposent que ces résultats seraient attribuables à une forme de « cécité » par rapport à sa ferme, qu'ils définissent comme la non-perception des problèmes de bien-être par un éleveur dans sa propre exploitation. La sous-estimation des niveaux réels de boiterie dans un élevage peut finalement faire croire que la boiterie n'est pas un problème important et que, par conséquent, elle n'est pas prioritaire. Ainsi, dans une enquête portant sur 222 fermes laitières du Royaume-Uni, Leach et coll. (2010a) rapportent que 90 % des éleveurs ne considèrent pas la boiterie comme un problème majeur de leur exploitation, alors même que la prévalence moyenne est de 36 %. Ils ajoutent que pour 62 % des éleveurs de l'échantillon, la boiterie n'est pas une priorité des actions visant à améliorer la santé du troupeau. À la lumière de ces observations, il ne serait pas étonnant de constater que les producteurs accordent la priorité à d'autres maladies (Leach et coll., 2010b; Cutler et coll., 2017). Bruijnis et coll. (2013) montrent que la plupart des 152 producteurs laitiers des Pays-Bas de leur étude sont satisfaits de la santé des onglons de leurs vaches et que, par conséquent, ils sont peu susceptibles de prendre des mesures d'atténuation des boiteries dans leurs troupeaux. Ils ajoutent que les éleveurs ne considèrent pas les troubles subcliniques du pied – qui ne produisent pas de signe de boiterie visible – comme importants pour le bien-être animal (Bruijnis et coll., 2013).

L'autre élément important de la perception de la boiterie par les éleveurs est leur connaissance de son incidence sur le bien-être animal. Des chercheurs ont observé que la boiterie n'est pas considérée unanimement par tous les producteurs de bovins comme un état douloureux ayant des répercussions économiques. Ainsi, Bruijnis et coll. (2013) rapportent que 25 % des producteurs sondés pensent que les vaches boiteuses ne souffrent pas. De même, Becker et coll. (2013) indiquent que 52 % des éleveurs suisses interrogés ne consultent pas de vétérinaire ni ne prennent en charge la douleur en cas d'interventions courantes relatives à la santé des onglons. En revanche, soulignons qu'ils constatent que seulement 11 % des éleveurs sondés jugent que le coût de la prise en charge de la douleur est une source de préoccupation importante (comparativement à 47 % des vétérinaires et 33 % des pareurs d'onglons interviewés). Ces résultats donnent à penser que si les aspects économiques influent sur les décisions, la compréhension du problème et de ses répercussions par l'éleveur est le principal facteur déterminant la décision d'intervention ou de non-intervention. Plusieurs études montrent que les producteurs considèrent que la douleur, la souffrance et le rendement réduit des vaches boiteuses sont des facteurs les incitant à apporter des changements dans leur exploitation (Leach et coll.,

2010b; Croyle et coll., 2019). Néanmoins, de façon intéressante, Cutler et coll. (2017) indiquent que la perception de la boiterie comme état douloureux par le producteur et les coûts économiques de la boiterie ne sont pas liés à la réussite de la lutte contre les boiteries dans les fermes. De nouvelles recherches sont donc nécessaires pour mieux comprendre les motivations et les priorités des producteurs en matière de prévention et de maîtrise des boiteries.

Conseillers. La gestion des boiteries et des blessures fait intervenir diverses parties prenantes notamment l'éleveur, le personnel de la ferme, le vétérinaire, le pareur d'onglons, le nutritionniste et des conseillers agricoles. Par conséquent, la lutte contre les boiteries et les blessures doit tenir compte de tous ces intervenants, qui influencent et mettent en œuvre dans les exploitations les décisions relatives à la prévention, au traitement et à la maîtrise de la boiterie. Aucune recherche ne s'est intéressée au rôle des conseillers dans la gestion de blessures. La suite de la section passe en revue les études concernant leur rôle dans la gestion de la boiterie.

Des recherches se sont penchées sur l'importance du rôle des conseillers dans les décisions relatives aux boiteries, particulièrement au rôle du vétérinaire (Main et coll., 2012; Whay et coll., 2012; Leach et coll., 2013; Croyle et coll., 2019). Cet angle est choisi avant tout parce que les vétérinaires sont idéalement placés pour conseiller les éleveurs et les encourager à améliorer leurs méthodes visant le bien-être (Lam et coll., 2011). À la suite de l'évaluation du projet britannique *Healthy Feet*, Whay et coll. (2012) constatent que les éleveurs mettent en œuvre un plus grand nombre de changements susceptibles d'améliorer les situations de boiterie quand les idées sont produites conformément aux orientations d'un vétérinaire plutôt que par eux-mêmes lorsqu'on leur demande de dresser une liste. Main et coll. (2012) concluent que la réduction de la boiterie observée par Whay et coll. (2012) est supérieure dans les fermes surveillées auxquelles une aide supplémentaire est proposée (que ce soit de la part de vétérinaires ou d'autres producteurs) par rapport aux fermes faisant uniquement l'objet d'une surveillance. Par ailleurs, dans une étude qualitative auprès de groupes de discussion de producteurs canadiens, Croyle et coll. (2019) concluent que les éleveurs font confiance aux vétérinaires, qu'ils considèrent le plus souvent comme leur partenaire le plus important en matière de bien-être animal. Cependant, une étude canadienne réalisée par Cutler et coll. (2017) signale que seulement 8 % des éleveurs de bovins interrogés font appel à un vétérinaire ou un pareur d'onglons après la détection d'une boiterie.

Les vétérinaires représentent une des catégories de personnes conseillant les éleveurs, particulièrement concernant une pathologie multifactorielle comme la boiterie. Les nutritionnistes, les pareurs d'onglons et d'autres types de conseillers agricoles participent aussi souvent à l'élaboration et l'évaluation des programmes de gestion de la santé des élevages. Alors que les pareurs d'onglons sont une source d'information et qu'ils travaillent directement sur les onglons des vaches, on dispose de peu d'informations sur leur influence dans les décisions relatives aux boiteries. Les nutritionnistes, quant à eux, élaborent et surveillent les programmes alimentaires des fermes laitières. Dans certaines, les nutritionnistes participent plus généralement à d'autres domaines de régie ayant une incidence sur la consommation de matière sèche des bovins, leur production et leur bien-être. Dans un examen récent des perceptions et des actions des éleveurs laitiers relatives à la boiterie, Sadiq et coll. (2019) avancent que les tensions entre conseillers agricoles peuvent constituer un obstacle important au changement, mais aussi qu'en raison du coût moindre des services des nutritionnistes et des pareurs par rapport aux services des vétérinaires, il se peut que moins de considération soit donnée à la prise en charge de la

douleur des animaux boiteux. Après comparaison des perceptions d'éleveurs, de pareurs d'onglons et de vétérinaires en Suisse, Becker et coll. (2013) concluent que les éleveurs et les pareurs ne savent pas suffisamment qu'il est obligatoire de réaliser les parages curatifs douloureux sous analgésie (obligation en vertu de la réglementation du pays). Ces chercheurs ajoutent que si la majorité des vétérinaires (79 %) considèrent qu'une anesthésie locale pendant le parage d'ulcère de la sole est une mesure raisonnable, un nombre significativement moindre d'éleveurs (42 %) et de pareurs (47 %) pensent de même (Becker et coll., 2013). De plus, une recherche menée aux États-Unis constate que les vétérinaires sont plus susceptibles de poser un bloc pour le traitement des ulcères de la sole que les pareurs d'onglons, et que seul un petit pourcentage de vétérinaires (26 %) recommande l'administration d'analgésiques dans le traitement des lésions ulcéreuses de la sole (Kleinhenz et coll., 2014).

Enfin, les conseillers jouent un rôle majeur en orientant et en influençant la prise de décision des fermes en matière de boiteries. Les éleveurs accordent de l'importance aux relations préétablies les liant à ces conseillers, à leur expertise en bien-être et soins des animaux, à la possibilité d'entendre un point de vue extérieur et nouveau, à la capacité de comparer et classer leur activité par rapport à celle des autres éleveurs clients des conseillers (une forme d'analyse comparative), et à l'obtention d'avis et de recommandations correctives (Croyle et coll., 2019).

5.6 Références

- Adams, A.E., J.E. Lombard, C.P. Fossler, I.N. Roman-Muniz et C.A. Koprak (2017). Associations between housing and management practices and the prevalence of lameness, hock lesions, and thin cows on US dairy operations, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(3), p. 2119–2136.
- Aiello, S.E. et M.A. Moses (2010). *The Merck Veterinary Manual*, 10^e éd. Kenilworth (New Jersey): Merck Sharp and Dohme Corp.
- Alawneh, J.I., R.A. Laven et M.A. Stevenson (2012). Interval between detection of lameness by locomotion scoring and treatment for lameness: A survival analysis, *Veterinary Journal*, vol. 193(3), p. 622–625.
- J.R. Amory, P. Kloosterman, Z.E. Barker, J.L. Wright, R.W. Blowey et L.E. Green (2006). Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 1509–1515.
- Andreasen, S.N. et B. Forkman (2012). The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 4961–4867.
- Ariza, J.M., A. Relun, N. Bareille, K. Oberle et R. Guatteo (2017). Effectiveness of collective treatments in the prevention and treatment of bovine digital dermatitis lesions: A systematic review, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(9), p. 7401–7418.
- Barker, Z.E., J.R. Amory, J.L. Wright, S.A. Mason, R.W. Blowey et L.E. Green (2009). Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales, *Journal of Dairy Science*, vol. 92(5), p. 1971–1978.

- Barker, Z.E., K.A. Leach, H.R. Whay, N.J. Bell et D.C.J. Main (2010). Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales, *Journal of Dairy Science*, vol. 93(3), p. 932–941.
- Barrientos, A.K., N. Chapinal, D.M. Weary, E. Galo et M.A.G. von Keyserlingk (2013). Herd-level risk factors for hock injuries in freestall-housed dairy cows in the northeastern United States and California, *Journal of Dairy Science*, vol. 96(6), p. 3758–3765.
- Becker, J., M. Reist, K. Friedli, D. Strabel, M. Wuthrick et A. Steiner (2013). Current attitudes of bovine practitioners, claw-trimmers and farmers in Switzerland to pain and painful interventions in the feed in dairy cattle, *Veterinary Journal*, vol. 196, p. 467–476.
- Bergsten, C., E. Telezhenko et M. Ventorp (2015). Influence of soft or hard floors before and after first calving on dairy heifer locomotion, claw and leg health, *Animals*, vol. 5(3), p. 662–686.
- Berry, S.L., D.H. Read, T.R. Famula, A. Mongini et D. Döpfer (2012). Long-term observations on the dynamics of bovine digital dermatitis lesions on a California dairy after topical treatment with lincomycin HCl, *Veterinary Journal*, vol. 193, p. 654–658.
- Bicalho, R.C. et G. Oikonomou (2013). Control and prevention of lameness associated with claw lesions in dairy cows, *Livestock Science*, vol. 156(1–3), p. 96–105.
- Bicalho, R.C., S.H. Cheong, L.D. Warnick, D.V. Nydam et C.L. Guard (2006). The effect of digital amputation or arthrodesis surgery on culling and milk production in holstein dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 89(7), p. 2596–2602.
- Bielfeldt, J.C., R. Badertscher, K.H. Tolle et J. Krieter (2005). Risk factors influencing lameness and claw disorders in dairy cows, *Livestock Production Science*, vol. 95(3), p. 265–271.
- Boettcher, P.J., J.C. Dekkers, L.D. Warnick, and S.J. Wells (1998). Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 81, p. 1148–1156.
- Bouffard, V., A.M. de Passillé, J. Rushen, A. Vasseur, C.G.R. Nash, D.B. Haley et B. Pellerin (2017). Effect of following recommendations for tiestall configuration on neck and leg lesions, lameness, cleanliness, and lying time in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 2935–2943.
- Bruijnis, M.R.N., B. Beerda, H. Hogeveen et E.N. Stassen (2012). Food disorders in dairy cattle: Impact on cow and dairy farmer, *Animal Welfare*, vol. 21, p. 33–40.
- Bruijnis, M., H. Hogeveen, C. Garforth et E. Stassen (2013). Dairy farmers' attitudes and intentions towards improving dairy cow foot health, *Livestock Science*, vol. 155(1), p. 103–113.
- Bryan, M., H. Tacoma et F. Hoekstra (2012). The effect of hindclaw height differential and subsequent trimming on lameness in large dairy cattle herds in Canterbury, New Zealand, *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 60, p. 349–355.
- Cartwright, S.L., F. Malchiodi, K. Thompson-Crispi, F. Miglior et B.A. Mallard (2017). Short communication: Prevalence of digital dermatitis in Canadian dairy cattle classified as high, average, or low antibody and cell-mediated immune responders, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(10), p. 8409–8413.

Carvalho, V.R.C., R.A. Bucklin, J.K. Shearer et L. Shearer (2006). Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing and pressure distributions during the stance phase, *Transactions of the ASAE*, vol. 48, p. 1653–1659.

Channon, A.J., A.M. Walker, T. Pfau, I.M. Sheldon et A.M. Wilson (2009). Variability of Manson and Leaver locomotion scores assigned to dairy cows by different observers, *Veterinary Record*, vol. 164, p. 388–392.

Chapinal, N., L.G. Baird, L.C.P. Machado, M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2010a). Short communication: Risk of severe heel erosion increased with parity and stage of lactation in freestall-housed dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 93(7), p. 3070–3073.

Chapinal, N., A.M. de Passillé et J. Rushen (2010b). Correlated changes in behavioural indicators of lameness in dairy cows following hoof trimming, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 5758–5763.

Chapinal, N., A.M. de Passillé, J. Rushen et S.A. Wagner (2010c). Effect of analgesia during hoof trimming on gait, weight distribution, and activity of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 3039–3046.

Chapinal, N., A.K. Barrientos, M.A.G. von Keyserlingk, E. Galo et D.M. Weary (2013). Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California, *Journal of Dairy Science*, vol. 96(1), p. 318–328.

Chapinal, N., D.M. Weary, L. Collings et M.A.G. von Keyserlingk (2014a). Lameness and hock injuries improve on farms participating in an assessment program, *Veterinary Journal*, vol. 202(3), p. 646–648.

Chapinal, N., Y. Liang, D.M. Weary, Y. Wang et M.A.G. von Keyserlingk (2014b). Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 4309–4316.

Coetzee, J.F., J.K. Shearer, M.L. Stock, M.D. Kleinhenz et S.R. van Amstel (2017). An update on the assessment and management of pain associated with lameness in cattle, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 33(2), p. 389–411.

Cook, N.B. (2003). Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 223(9), p. 1324–1328.

Cook, N.B., J. Rieman, A. Gomez et K. Burgi (2012). Observations in the design and use of footbaths for the control of infectious disease in dairy cattle, *Veterinary Journal*, vol. 193, p. 669–673.

Cook, N.B., J.P. Hess, M.R. Foy, T.B. Bennett et R.L. Brotzman (2016). Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(7), p. 5879–5891.

Cramer, G., K.D. Lissemore, C.L. Guard, K.E. Leslie et D.F. Kelton (2008). Herd- and cow-level prevalence of foot lesions in Ontario dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 91(10), p. 3888–3895.

- Cramer, G., K.D. Lissemore, C.L. Guard, K.E. Leslie et D.F. Kelton (2009). Herd-level risk factors for seven different foot lesions in Ontario Holstein cattle housed in tie stalls or free stalls, *Journal of Dairy Science*, vol. 92(4), p. 1404–1411.
- Croyle, S.L. (2019). Steps towards understanding the consistently high prevalence of lameness and hock injuries on Canadian dairy farms, thèse de doctorat, Guelph (Ontario), Université de Guelph.
- Croyle, S.L., C.G.R. Nash, C. Bauman, S.J. LeBlanc, D.B. Haley, D.K. Khosa et D.F. Kelton (2018). Training method for animal-based measures in dairy cattle welfare assessments, *Journal of Dairy Science*, vol. 101(10), p. 9463–9471.
- Croyle, S.L., E. Belage, D.K. Khosa, S.J. LeBlanc, D.B. Haley et D.F. Kelton (2019). Dairy farmers' expectations and receptivity regarding animal welfare advice: A focus group study, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(8), p. 7385–7397.
- Cutler, J.H.H., G. Cramer, J.J. Walter, S.T. Millman et D.F. Kelton (2013). Randomized clinical trial of tetracycline hydrochloride bandage and paste treatments for resolution of lesions and pain associated with digital dermatitis in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 7550–7557.
- Cutler, J.H.H., J. Rushen, A.M. de Passillé, J. Gibbons, K. Orsel, E. Pajor, H.W. Barkema, L. Solano, D. Pellerin, D. Haley et E. Vasseur (2017). Producer estimates of prevalence and perceived importance of lameness in dairy herds with tiestalls, freestalls, and automated milking systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(12), p. 9871–9880. doi:10.3168/jds.2017-13008.
- Dippel, S., M. Dolezal, C. Brenninkmeyer, J. Brinkmann, S. March, U. Knierim et C. Winckler (2009a). Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 90, p. 102–112.
- Dippel, S., M. Dolezal, C. Brenninkmeyer, J. Brinkmann, S. March, U. Knierim et C. Winckler (2009b). Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries, *Journal of Dairy Science*, vol. 92(11), p. 5476–5486.
- Dolecheck, K.A., M.W. Overton, T.B. Mark et J.M. Bewley (2019). Use of a stochastic simulation model to estimate the cost per case of digital dermatitis, sole ulcer, and white line disease by parity group and incidence timing, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(1), p. 715–730.
- Döpfer, D., M. Holzhauser et M.V. Boven (2012). The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: Model-based estimates of transition rates and implications for control, *Veterinary Journal*, vol. 193, p. 648–653.
- de Vries, M., E.A.M. Bokkers, C.G. van Reenen, B. Engel, G. van Schaik, T. Dijkstra et I.J.M. de Boer (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 118(1), p. 80–92.
- Dyce, K.M., W.O. Sack et C.J.G. Wensing (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*, 4^e éd. Philadelphie (Pennsylvanie): Saunders Elsevier.
- Ekman, L., A.K. Nyman, H. Landin et K.P. Waller (2018). Hock lesions in dairy cows in freestall herds: A cross-sectional study of prevalence and risk factors, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 60(1), p. 47.

- Engel, B., G. Bruin, G. Andre et W. Buist (2003). Assessment of observer performance in a subjective scoring system: visual classification of the gait of cows, *Journal of Agricultural Science*, vol. 140, p. 317–333.
- Espejo, L.A. et M.I. Endres (2007). Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 90(1), p. 306–314.
- Espejo, L., M.I. Endres et J. Salfer (2006). Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 3052–3058.
- Fjeldaas, T., A.M. Sogstad et O. Osteras (2011). Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys, *Journal of Dairy Science*, vol. 94(3), p. 1243–1255.
- Fjeldaas, T., M. Knappe-Poindecker, K.E. Bøe et R.B. Larssen (2014). Water footbath, automatic flushing, and disinfection to improve the health of bovine feet, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 2835–2846.
- Flower, F.C. et D.M. Weary (2006). Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait, *Journal of Dairy Science*, vol. 89(1), p. 139–146.
- Flower, F.C. et D.M. Weary (2009). Gait assessment in dairy cattle, *Animal*, vol. 3, p. 87–95.
- Flower, F.C., M. Sedlbauer, E. Carter, M.A.G. von Keyserlingk, D.J. Sanderson et D.M. Weary (2008). Analgesics improve the gait of lame dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 91, p. 3010–3014.
- Foditsch, C., G. Oikonomou, V.S. Machado, M.L. Bicalho, E.K. Ganda, S.F. Lima, R. Rossi, Ribeiro B.L., A. Kussler et R.C. Bicalho (2016). Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in upstate New York: Model development for the prediction of claw horn disruption lesions, *PLoS One*, vol. 11(1).
- Gibbons, J., E. Vasseur, J. Rushen et A.M. de Passillé (2012). A training programme to ensure high repeatability of injury scoring of dairy cows, *Animal Welfare*, vol. 21, p. 379–388.
- Gibbons, J., D.B. Haley, J.H. Cutler, C. Nash, J.Z. Heyerhoff, D. Pellerin, S. Adam, A. Fournier, A.M. de Passille, J. Rushen et E. Vasseur (2014). Technical note: A comparison of 2 methods of assessing lameness prevalence in tiestall herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 97(1), p. 350–353.
- Gillespie, A., S.D. Carter, R.W. Blowey et N. Evans (2020). Survival of bovine digital dermatitis treponemes on hoof knife blades and the effects of various disinfectants, *Veterinary Record*, vol. 186, p. 67.
- Green, L.E., J.N. Huxley, C. Banks et M.J. Green (2014). Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 113(1), p. 63–71.
- Griffiths, B.E., D.G. White et G. Oikonomou (2018). A cross-sectional study into the prevalence of dairy cattle lameness and associated herd-level risk factors in England and Wales, *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 5(65).

- Groenevelt, M., D.C.J. Main, D. Tisdall, T.G. Knowles et N.J. Bell (2014). Measuring the response to therapeutic foot trimming in dairy cows with fortnightly lameness scoring, *Veterinary Journal*, vol. 201(3), p. 283–288.
- Haggman, J. et J. Juga (2015). Effects of cow-level and herd-level factors on claw health in tied and loose-housed dairy herds in Finland, *Livestock Science*, vol. 181, p. 200–209.
- Haskell, M.J., L.J. Rennie, V.A. Bowell, M.J. Bell et A.B. Lawrence (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 89(11), p. 4259–4266.
- Haufe, H.C., L. Gygax, B. Wechsler, M. Stauffacher et K. Friedli (2012). Influence of floor surface and access to pasture on claw health in dairy cows kept in cubicle housing systems, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 105(1–2), p. 85–92.
- Hernandez, J., J.K. Shearer et J.B. Elliot (1999). Comparison of topical application of oxytetracycline and four nonantibiotic solutions for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cows, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 214, p. 688–690.
- Hernandez, J.A., E.J. Garbarino, J.K. Shearer, C.A. Risco et W.W. Thatcher (2007). Evaluation of the efficacy of prophylactic hoof health examination and trimming during midlactation in reducing the incidence of lameness during late lactation in dairy cows, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 230, p. 89–93.
- Hernandez-Mendo, O., M.A.G. von Keyserlingk, D.M. Veira et D.M. Weary (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 90(3), p. 1209–1214.
- Holzhauer, M., C. Hardenberg, C.J.M. Bartels et K. Frankena (2006). Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 580–588.
- Holzhauer, M., C. Hardenberg et C.J.M. Bartels (2008). Herd- and cow-level prevalence of sole ulcers in the Netherlands and associated risk factors, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 85(1–2), p. 125–135.
- Husfeldt, A.W. et M.I. Endres (2012). Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 5626–5634.
- Huxley, J.N., J. Burke, S. Roderick, D.C.J. Main et H.R. Whay (2004). Animal welfare assessment benchmarking as a tool for health and welfare planning in organic dairy herds, *Veterinary Record*, vol. 155, p. 237–239.
- Jewell, M.T., M. Cameron, J. Spears, S.L. McKenna, M.S. Cockram, J. Sanchez et G.P. Keefe (2019a). Prevalence of lameness and associated risk factors on dairy farms in the Maritime provinces of Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(4), p. 3392–3405.
- Jewell, M.T., M. Cameron, J. Spears, S.L. McKenna, M.S. Cockram, J. Sanchez et G.P. Keefe (2019b). Prevalence of hock, knee, and neck skin lesions and associated risk factors in dairy herds in the Maritime provinces of Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(4), p. 3376–3391.

- Kazdin, A.E. (1977). Artifact, bias, and complexity of assessment: The ABCs of reliability, *Journal of Applied Behavior Analysis*, vol. 10, p. 141–150.
- Keil, N.M., T.U. Wiederkehr, K. Friedli et B. Wechsler (2006). Effects of frequency and duration of outdoor exercise: On the prevalence of hock lesions in tied Swiss dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 74(2–3), p. 142–153.
- Kester, E., M. Holzhauer et K. Frankena (2014). A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows, *Veterinary Journal*, vol. 202(2), p. 222–228.
- Kielland, C., L.E. Ruud, A.J. Zanella et O. Oстера (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 5487–5496.
- King, M.T.M., E.A. Pajor, S.J. LeBlanc et T.J. DeVries (2016). Associations of herd-level housing, management, and lameness prevalence with productivity and cow behavior in herds with automated milking systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(11), p. 9069–9079.
- King, M.T.M., S.J. LeBlanc, E.A. Pajor et T.J. DeVries (2017). Cow-level associations of lameness, behavior, and milk yield of cows milked in automated systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(6), p. 4818–4828.
- Kleinhenz, K.E., P.J. Plummer, J. Danielson, R.G. Burzette, P.J. Gordon, J. Coetzee, J.A. Schleining, V. Cooper, B. Leuschen, A. Krull, L. Shearer et J.K. Shearer (2014). Survey of veterinarians and hoof trimmers on methods applied to treat claw lesions in dairy cattle, *The Bovine Practitioner*, vol. 48, p. 47–52.
- Lam, T.J., J. Jansen, B.H. van den Borne, R.J. Renes et H. Hogeveen (2011). What veterinarians need to know about communication to optimise their role as advisors on udder health in dairy herds, *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 59, p. 8–15.
- Laursen, M.V., D. Boelling et T. Mark (2009). Genetic parameters for claw and leg health, foot and leg conformation, and locomotion in Danish Holsteins, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 1770–1777.
- Laven, R.A. et D.N. Logue (2006). Treatment strategies for digital dermatitis for the UK, *Veterinary Journal*, vol. 171, p. 79–88.
- Laven, R.A. et M.C. Jermy (2020). Measuring the torque required to cause vertebral dislocation in cattle tails, *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 68(2), p. 107–111.
- Leach, K.A., H.R. Whay, C.M. Maggs, Z.E. Barker, E.S. Paul, A.K. Bell et D.C.J. Main (2010a). Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms, *Research in Veterinary Science*, vol. 89, p. 318–323.
- Leach, K.A., H.R. Whay, C.M. Maggs, Z.E. Barker, E.S. Paul, A.K. Bell et D.C.J. Main (2010b). Working towards a reduction in cattle lameness: 2. Understanding dairy farmers' motivations, *Research in Veterinary Science*, vol. 89, p. 311–317.
- Leach, K.A., D.A. Tisdall, N.J. Bell, D.C.J. Main et L.E. Green (2012). The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms, *Veterinary Journal*, vol. 193(3), p. 626–632.

- Leach, K.A., E.S. Paul, H.R. Whay, Z.E. Barker, C.M. Maggs, A.K. Sedgwick et D.C.J. Main (2013). Reducing lameness in dairy herds – Overcoming some barriers, *Research in Veterinary Science*, vol. 94, p. 820–825.
- Lievens, F. (2001). Assessor training strategies and their effects on accuracy, interrater reliability, and discriminant validity, *Journal of Applied Psychology*, vol. 86, p. 255–264.
- Lim, P.Y., J.N. Huxley, J.A. Willshire, M.J. Green, A.R. Othman et J. Kaler (2015). Unravelling the temporal association between lameness and body condition score in dairy cattle using a multistate modelling approach, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 118(4), p. 370–377.
- Main, D.C.J., Z.E. Barker, K.A. Leach, N.J. Bell, H.R. Whay et W.J. Browne (2010). Sampling strategies for monitoring lameness in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 1970–1978.
- Main, D.C.J., K.A. Leach, Z.E. Barker, A.K. Sedgwick, C.M. Maggs, N.J. Bell et H.R. Whay (2012). Evaluating an intervention to reduce lameness in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 2946–2954.
- Manske, T., J. Hultgren et C. Bergsten (2002). Prevalence and interrelationships of hoof lesions and lameness in Swedish dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 54, p. 247–263.
- March, S., J. Brinkmann et C. Winkler (2007). Effect of training on the inter-observer reliability of lameness scoring in dairy cattle, *Animal Welfare*, vol. 16, p. 131–133.
- Miguel-Pacheco, G.G., H.J. Thomas, J.N. Huxley, R.F. Newsome et J. Kaler (2017). Effect of claw horn lesion type and severity at the time of treatment on outcome of lameness in dairy cows, *Veterinary Journal*, vol. 225, p. 16–22.
- Moore, D.A., S.L. Berry et M.L. Truscott (2001). Efficacy of a nonantimicrobial cream administered topically for treatment of digital dermatitis in dairy cattle, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 219, p. 1435–1438.
- Morabito, E., H.W. Barkema, E.A. Pajor, L. Solano, D. Pellerin et K. Orsel (2017). Effects of changing freestall area on lameness, lying time, and leg injuries on dairy farms in Alberta, Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(8), p. 6516–6526.
- Nash, C.G.R., D. Kelton, T.J. DeVries, E. Vasseur, J. Coe, J.C.Z. Heyerhoff, V. Bouffard, D. Pellerin, J. Rushen, A.M. de Passille et D.B. Haley (2016). Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(8), p. 6494–6506.
- Nuss, K. (2006). Footbaths: The solution to digital dermatitis?, *Veterinary Journal*, vol. 171, p. 11–13.
- O’Callaghan, K.A., P.J. Cripps, D.Y. Downham et R.D. Murray (2003). Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle, *Animal Welfare*, vol. 12(4), p. 605–610.
- O’Driscoll, K.K., M.M. Schutz, A.C. Lossie et S.D. Eicher (2009). The effect of floor surface on dairy cow immune function and locomotion score, *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 4249–4261.

- Oikonomou, G., N.B. Cook et R.C. Bicalho (2013). Sires' predicted transmitting ability for conformation and yield traits and previous lactation incidence of foot lesions as risk factors for the incidence of foot lesions in Holstein cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 3713–3722.
- Olmos, G., L. Boyle, A. Hanlon, J. Patton, J.J. Murphy et J.F. Mee (2009). Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows, *Livestock Science*, vol. 125(2–3), p. 199–207.
- Onyiro, O.M., L.J. Andrews et S. Brotherstone (2008). Genetic parameters for digital dermatitis and correlations with locomotion, production, fertility traits, and longevity in Holstein-Friesian dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 91, p. 4037–4046.
- Ouweltjes, W., J.T.N. van der Werf, K. Frankena et J.L. van Leeuwen (2011). Effects of flooring and restricted freestall access on behaviour and claw health of dairy heifers, *Journal of Dairy Science*, vol. 94, p. 705–715.
- Palacio, S., L. Peignier, C. Pachoud, C. Nash, S. Adam, R. Bergeron, D. Pellerin, A.M. de Passille, J. Rushen, D. Haley, T.J. DeVries et E. Vasseur (2017). Assessing lameness in tie-stalls using live stall lameness scoring, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(8), p. 6577–6582.
- Palmer, M.A. et N.E. O'Connell (2015). Digital dermatitis in dairy cows: A review of risk factors and potential sources of between-animal variation in susceptibility, *Animals*, vol. 5(3), p. 512–535.
- Popescu, S., C. Borda, E.A. Diugan, M. Spinu, I.S. Groza et C.D. Sandru (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing systems with or without access to exercise, *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 55, p. 43.
- Popescu, S., C. Borda, E.A. Diugan, M. Nicula, R. Stefan et C.D. Sandru (2014). The effect of the housing system on the welfare quality of dairy cows, *Italian Journal of Animal Science*, vol. 13, p. 2940.
- Potterton, S.L., N.J. Bell, H.R. Whay, E.A. Berry, O.C.D. Atkinson, R.S. Dean, D.C.J. Main et J.N. Huxley (2012). A descriptive review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published between 2000 and 2011, *Veterinary Journal*, vol. 193(3), p. 612–616.
- Randall, L.V., M.J. Green, L.E. Green, M.G.G. Chagunda, C. Mason, S.C. Archer et J.N. Huxley (2018). The contribution of previous lameness events and body condition score to the occurrence of lameness in dairy herds: A study of 2 herds, *Journal of Dairy Science*, vol. 101(2), p. 1311–1324.
- Read, D.H. et R.L. Walker (1998). Papillomatous digital dermatitis in California dairy cattle: Clinical and gross pathologic findings, *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, vol. 10, p. 67–76.
- Relun, A., A. Lehebel, M. Bruggink, N. Bareille et R. Guatteo (2013). Estimation of the relative impact of treatment and herd management practices on prevention of digital dermatitis in French dairy herds, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 110, p. 558–562.

- Rodriguez-Lainz, A., D.W. Hird et D.H. Read (1996). Case-control study of papillomatous digital dermatitis in southern California dairy farms, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 71, p. 11–21.
- Rodriguez-Lainz, A., P. Melendez-Retamal, D.W. Hird, D.H. Read et R.L. Walker (1999). Farm- and host-level risk factors for papillomatous digital dermatitis in Chilean dairy cattle, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 42, p. 87–97.
- Rouha-Mulleder, C., C. Iben, E. Wagner, G. Laaha, J. Troxler et S. Waiblinger (2009). Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose-housed dairy cows, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 92(1–2), p. 123–133.
- Rushen, J., E. Pombourcq et A.M. de Passillé (2006). Validation of two measures of lameness in dairy cows, *Applied Animal Behavior Science*, vol. 106, p. 173–177.
- Rutherford, K.M.D., F.M. Langford, M.C. Jack, L. Sherwood, A.B. Lawrence et M.J. Haskell (2009). Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom, *Veterinary Journal*, vol. 180(1), 95–105.
- Sadiq, M.B., S.Z. Ramanan, W.M.S. Mossadeq, R. Mansor et S.S.S. Hussain (2019). Dairy farmers' perceptions of and actions in relation to lameness management, *Animals*, vol. 9, p. 270.
- Salfer, J.A., J.M. Siewert et M.I. Endres (2018). Housing, management characteristics, and factors associated with lameness, hock lesion, and hygiene of lactating dairy cattle on Upper Midwest United States dairy farms using automatic milking systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 101(9), p. 8586–8594.
- Sarjokari, K., K.O. Kaustell, T. Hurme, T. Kivinen, O.A.T. Peltoniemi, H. Saloniemi et P.J. Rajala-Schultz (2013). Prevalence and risk factors for lameness in insulated freestall barns in Finland, *Livestock Science*, vol. 156, p. 44–52.
- Šárová, R., I. Stěhulová, P. Kratinová, P. Firla et M. Špínka (2011). Farm managers underestimate lameness prevalence in Czech dairy herds, *Animal Welfare*, vol. 20, p. 201–204.
- Schulz, K.L., D.E. Anderson, J.F. Coetzee, B.J. White et M.D. Miesner (2011). Effect of flunixin meglumine on the amelioration of lameness in dairy steers with amphotericin B induced transient synovitis-arthritis, *American Journal of Veterinary Research*, vol. 72, p. 1431–1438.
- Schlageter-Tello, A., E.A.M. Bokkers, P.W.G. Groot Koerkamp, T. Van Hertem, S. Viazzi, C.E.B. Romanini, I. Halachmi, C. Bahr, D. Berckmans et K. Lokhorst (2014). Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: A review, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 116, p. 12–25.
- Shearer, J.K., M.L. Stock, S.R. van Amstel et J.F. Coetzee (2013). Assessment and management of pain associated with lameness in cattle, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 29, p. 135–136.
- Solano, L., H.W. Barkema, E.A. Pajor, S. Mason, S.J. LeBlanc, J.C.Z. Heyerhoff, C.G.R. Nash, D.B. Haley, E. Vasseur, D. Pellerin, J. Rushen, A.M. de Passille et K. Orsel (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 98(10), p. 6978–6991.

- Solano, L., H.W. Barkema, S. Mason, E.A. Pajor, S.J. LeBlanc et K. Orsel (2016). Prevalence and distribution of foot lesions in dairy cattle in Alberta, Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(8), p. 6828–6841.
- Solano, L., H.W. Barkema et K. Orsel (2017). Effectiveness of a standardized footbath protocol for prevention of digital dermatitis, *Journal of Dairy Science*, vol. 100(2), p. 1295–1307.
- Somers, J.G.C.J., K. Frankena, E.N. Noordhuizen-Stassen et J.H.M. Metz (2005). Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in the Netherlands, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 71, p. 11–21.
- Speijers, M.H.M., L.G. Baird, G.A. Finney, J. McBride, D.J. Kilpatrick, D.N. Logue et N.E. O’Connell (2010). Effectiveness of different footbath solutions in the treatment of digital dermatitis in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 5782–5791.
- Stoddard, G.C. et G. Cramer (2017). A review of the relationship between hoof trimming and dairy cattle welfare, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 33, p. 365–375.
- Sumner, C.L., M.A.G. von Keyserlingk et D.M. Weary (2018). How benchmarking promotes farmer and veterinarian cooperation to improve calf welfare, *Journal of Dairy Science*, vol. 103, p. 702–713.
- Tadich, N., E. Flor et L. Green (2010). Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows, *Veterinary Journal*, vol. 184, p. 60–65.
- Tanida, H., Y. Koba, J. Rushen et A.M. de Passilé (2011). Use of three-dimensional acceleration sensing to assess dairy cow gait and the effects of hoof trimming, *Animal Science Journal*, vol. 82, p. 792–800.
- Thomas, H.J., G.G. Miguel-Pacheco, N.J. Bollard, S.C. Archer, N.J. Bell, C. Mason, O.J.R. Maxwell, J.G. Remnant, P. Sleeman, H.R. Whay et J.N. Huxley (2015). Evaluation of treatments for claw horn lesions in dairy cows in a randomized controlled trial, *Journal of Dairy Science*, vol. 98, p. 4477–4486.
- Thompson, A.J., D.M. Weary, J.A. Bran, J.A. Daros, M.J. Hotzel et M.A.G. von Keyserlingk (2019). Lameness and lying behaviour in grazing dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 102(7), p. 6373–6382.
- van der Linde, C., G. de Jong, E.P. Koenen et H. Eding (2010). Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data, *Journal of Dairy Science*, vol. 93, p. 4883–4891.
- van der Tol, P.P., S.S. van der Beek, J.H. Metz, E.N. Noordhuizen-Stassen, W. Back, C.R. Braam et W.A. Weijs (2004). The effect of preventative trimming on weight bearing and force balance on the claws of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, vol. 87, p. 1732–1738.
- van der Waaij, E.H., M. Holzhauer, E. Ellen, C. Kamphuis et G. de Jong (2005). Genetic parameters for claw disorders in Dutch dairy cattle and correlations with conformation traits, *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 3672–3678.

Vanegas, J., M. Overton, S.L. Berry et W.M. Sisco (2006). Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in free-stall barns, *Journal of Dairy Science*, vol. 89, p. 4251–4258.

van Gastelen, S., B. Westerlaan, D.J. Houwers et F. van Eerdenburg (2011). A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials, *Journal of Dairy Science*, vol. 94(10), p. 4878–4888.

Van Hertem, T., Y. Parmet, M. Steensels, E. Maltz, A. Antler, A.A. Schlageter-Tello, C. Lokhorst, C.E.B. Romanini, S. Viazzi, C. Bahr, D. Berckmans et I. Halachmi (2014). The effect of routine hoof trimming on locomotion score, ruminating time, activity, and milk yield in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, p. 4852–4863.

Vokey, F.J., C.L. Guard, H.N. Erb et D.M. Galton (2001). Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn, *Journal of Dairy Science*, vol. 84, p. 2686–2699.

Von Keyserlingk, M.A.G., A. Barrientos, K. Ito, E. Galo et D.M. Weary (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, p. 7399–7408. doi:10.3168/jds.2012-5807.

Wells, S.J., L.P. Garber et B.A. Wagner (1999). Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 38, p. 11–24.

Westin, R., A. Vaughan, A.M. de Passillé, T.J. DeVries, E.A. Pajor, D. Pellerin, J.M. Siegford, A. Witaifi, E. Vasseur et J. Rushen (2016a). Cow- and farm-level risk factors for lameness on dairy farms with automated milking systems, *Journal of Dairy Science*, vol. 99(5), p. 3732–3743.

Westin, R., A. Vaughan, A.M. de Passillé, T.J. DeVries, E.A. Pajor, D. Pellerin, J.M. Siegford, E. Vasseur et J. Rushen (2016b). Lying times of lactating cows on dairy farms with automatic milking systems and the relation to lameness, leg lesions and body condition score, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 551–561.

Whay, H. (2002). Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle, *In Practice*, vol. 24, p. 444–449.

Whay, H.R., A.E. Waterman, A.J.F. Webster et J.K. O'Brien (1998). The influence of lesion type on the duration of hyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle, *Veterinary Journal*, vol. 156, p. 23–29.

Whay, H.R., Z.E. Barker, K.A. Leach et D.C.J. Main (2012). Promoting farmer engagement and activity in the control of dairy cattle lameness, *Veterinary Journal*, vol. 193(3), p. 617–621.

Zaffino-Heyerhoff, J.C., S.J. LeBlanc, T.J. DeVries, C.G.R. Nash, J. Gibbons, K. Orsel, H.W. Barkema, L. Solano, J. Rushen, A.M. de Passillé et D.B. Haley (2014). Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 97(1), p. 173–184.

Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson et S. Millman (2005). Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 88(9), p. 3201–3210.

6 Gestion de la fin de vie

Conclusions :

1. **Les vaches laitières fragilisées et réformées arrivant aux encans et aux abattoirs au Canada et aux États-Unis (en provenance du Canada) pourraient représenter des risques élevés en matière de bien-être animal. Les problèmes les plus courants des vaches laitières réformées sont une cote d'état de chair (CEC) basse, une boiterie, un engorgement du pis, ou une maladie.**
2. **La réglementation fédérale relative au transport exige des producteurs qu'ils modifient leurs méthodes actuelles de réforme des vaches laitières, pour ce qui est du transport de vaches laitières en lactation vers des encans. Le fait de tarir les vaches, de les placer dans un environnement confortable et de les alimenter quelques semaines avant le transport peut améliorer à la fois la valeur de la vache de réforme et le bien-être du bovin laitier.**
3. **L'établissement de directives sur le pronostic des animaux malades, boiteux ou non ambulatoires ainsi que la prédéfinition de critères opportuns de décision d'euthanasie contribuent à réduire, d'une part, les mauvaises décisions quant à l'appétitude au transport et, d'autre part, la prolongation des souffrances animales.**
 - a. **La probabilité de rétablissement est un critère fondamental. En général, l'euthanasie se justifie pour les bovins ayant un mauvais pronostic, particulièrement ceux atteints des problèmes de santé suivants : boiterie sévère, carcinome oculaire, syndrome hémorragique intestinal, bovin non ambulateur, diarrhées chroniques, mammite toxique (clinique sévère) ne répondant pas au traitement, et prolapsus rectal/vaginal ou utérin réfractaire.**
4. **L'examen clinique des vaches non ambulatoires permet de déterminer la cause et le pronostic, et d'ainsi prendre des décisions de traitement et d'euthanasie en temps opportun. Les soins aux vaches non ambulatoires améliorent considérablement leur pronostic, citons notamment :**
 - a. **le fait de soulever fréquemment ou de soulager, sans cruauté, l'animal de son poids causant la nécrose ischémique des muscles et des nerfs, le fait de lui fournir un abri, un lieu de repos confortable, des aliments et de l'eau, ainsi que de le séparer des autres bovins, entre autres exigences.**
 - b. **En général, l'euthanasie est indiquée si l'animal est incapable de se tenir debout (est « à terre ») depuis plus de 24 heures. Plus l'animal est dans cet état, plus les probabilités de rétablissement diminuent.**

6.1 Aperçu des solutions de fin de vie

La gestion des vaches laitières de réforme est une question de bien-être préoccupante importante, à la fois pour les consommateurs et les éleveurs dans le monde entier. Les facteurs déterminant les décisions de réforme et la longévité sont complexes. Ces facteurs sont, entre autres : la santé,

la production, la régie de la reproduction, la gestion des remplacements et la gestion des quotas. Puisqu'à terme, tous les bovins laitiers doivent quitter le troupeau, il est judicieux pour les fermes d'établir des protocoles précis de gestion de la réforme sans cruauté, permettant notamment de prendre des décisions adéquates en temps opportun à propos de l'euthanasie et de la détermination de l'aptitude au transport.

Au Canada, le cheptel en lactation s'élève à presque un million de vaches laitières, dont approximativement 350 000 à 400 000 sont retirées des fermes chaque année. La majorité de ces vaches laitières de réforme sont transportées vers des marchés de vente aux enchères, puis vendues et transportées vers des abattoirs des États-Unis. L'exportation de vaches laitières de réforme s'explique principalement par les capacités d'abattage insuffisantes du Canada. Cela complexifie notre système de commercialisation, puisque les animaux doivent y rester plus longtemps, et rend plus préoccupante la question du bien-être de ces vaches fragilisées. En 2016, dix-sept spécialistes issus des principaux groupes de parties prenantes des secteurs des bovins laitiers et des vaches de réforme ont été invités à participer à une réunion de consultation sur deux jours visant à rédiger un protocole d'accord et des points de consensus concernant la gestion de la réforme des vaches laitières au Canada (Stojkov et coll., 2018). Les huit points de consensus sont : « (1) rassembler de l'information sur les temps de déplacement et les retards de la ferme à l'abattoir; (2) sensibiliser davantage les producteurs et les vétérinaires de troupeaux à l'éventualité de longs trajets et de retards; (3) promouvoir la mise à la réforme proactive; (4) améliorer la capacité du personnel à évaluer l'état des animaux avant le transport; (5) trouver des options locales d'abattage des vaches laitières de réforme; (6) envisager d'autres solutions de gestion comme l'abattage d'urgence et l'abattage mobile; (7) faire en sorte que les fermes laitières et tous les encans de bétail possèdent la formation et les outils nécessaires à une euthanasie ou y aient accès; et (8) promouvoir la coopération entre les organismes d'application de la loi et l'adoption généralisée des solutions réglementaires jugées bénéfiques » (Stojkov et coll., 2018). L'énoncé de ces points de consensus souligne certains des défis majeurs posés par la réforme des vaches laitières de fermes canadiennes. Ces problèmes seront encore plus criants quand la réglementation fédérale sur le transport entrera en vigueur.

La prise de décisions concernant les vaches vulnérables – sur l'efficacité de la thérapie, la fourniture de soins adéquats aux vaches incapables de se relever et la réalisation d'une euthanasie opportune – est un sujet important dans la gestion des vaches laitières, car plus l'animal reste longtemps dans un état grave, plus il est susceptible de ressentir douleur et souffrance. Quand un gestionnaire de ferme doit décider de retirer un animal de son troupeau, il est extrêmement important de prendre en considération l'aptitude au transport. Si l'animal est jugé inapte au transport, il faut décider si une thérapie pourrait améliorer la santé de la vache et, finalement, son aptitude au transport ou si l'euthanasie serait la pratique la moins cruelle. La détermination du pronostic et du moment opportun de l'euthanasie est abordée dans la *section 6.3 : Pronostic et prise de décision*.

6.2 État de la vache de réforme avant et pendant le transport et la commercialisation

De récentes recherches ont confirmé que de nombreuses vaches laitières de réforme sont fragilisées dans les marchés de vente aux enchères ou les abattoirs, ce qui indique des défaillances dans les examens vérifiant l'aptitude des vaches au transport réalisés dans les

fermes. Les problèmes les plus courants signalés par ces études ont trait à l'état de chair, des boiteries, un œdème mammaire, des blessures ou d'autres signes pathologiques. Dans une étude évaluant les vaches laitières de réforme dans trois encans de l'Ontario sur seize semaines, la prévalence de vaches ayant une cote d'état de chair $\leq 2,0$ est de 27 % et la prévalence de démarche anormale (soit une note ≥ 3 sur 5) est de 73 % (Moorman et coll., 2018). L'étude constate aussi que ces vaches sont vendues à un prix significativement inférieur à celui des vaches ayant une démarche et une CEC normales. Plus récemment, Stojkov et coll. (2020a) ont évalué l'aptitude au transport de vaches laitières de réforme dans des marchés des animaux de la Colombie-Britannique (C.-B.). Les vaches ont été évaluées à 137 ventes aux enchères dans 2 marchés aux animaux. Dans la population examinée, 10 % des vaches sont maigres (CEC $\leq 2,0$) et 7 % atteintes de boiterie sévère avec une note de locomotion ≥ 4 . De plus, ils constatent un engorgement ou une inflammation du pis sur 13 % d'entre elles, et 6 % présentaient d'autres défauts de qualité, comme un abcès, une blessure et des signes pathologiques (Stojkov et coll., 2020a). Une des conclusions intéressantes de ces travaux concerne l'influence de la demande en lait sur la probabilité de mauvaise aptitude au transport. Les vaches mises à la réforme pendant les mois de demande accrue de lait (d'après le quota de matière grasse du lait) avaient plus de chance d'être classées dans la catégorie de mauvaise aptitude au transport. Cela indiquerait que les producteurs retiendraient les animaux plus longtemps qu'il ne faut quand la demande de lait sur le marché est élevée. Comme Moorman et coll. (2018), Stojkov et coll. (2020a) constatent que la mauvaise aptitude au transport est associée à un prix de vente considérablement inférieur. Une étude réalisée aux États-Unis observe une prévalence élevée de vaches laitières maigres (35 % de vaches à la CEC $\leq 2,0$) et de vaches laitières boiteuses (45 %) dans 10 marchés de ventes aux enchères dans l'Idaho et en Californie (Ahola et coll., 2011). Au Canada, l'Ontario est la seule province ayant un système d'inspection vétérinaire dans les parcs de rassemblement, géré par le ministère provincial de l'Agriculture. Le système permet de détecter les animaux sévèrement fragilisés et de les euthanasier dans le parc de rassemblement; le propriétaire ou le transporteur peuvent ensuite faire l'objet d'une enquête et être condamnés à une amende au motif de transport d'animaux fragilisés. Les animaux moins gravement fragilisés peuvent être vendus directement à un abattoir provincial. La présence d'animaux jugés fragilisés par le système peut être due à de mauvaises décisions par la ferme concernant l'aptitude des animaux au transport, mais elle peut aussi être fonction du temps passé par les vaches dans le système. Stojkov et coll. (2020b) suivent aussi des vaches laitières de réforme dans le système d'abattage, de la ferme à l'abattoir en passant par le marché de ventes aux enchères. Des vaches de réforme, transportées à partir de 20 fermes laitières de la Colombie-Britannique, sont suivies pendant 11 mois – de la ferme à l'abattoir en passant par la vente – pour mesurer les changements d'état des vaches dans le système de mise à la réforme. Les vaches de l'étude passent en moyenne 82 ± 46 h dans le système, entre le moment où elles quittent la ferme et celui où elles sont abattues. Dans les cas extrêmes, les vaches restent dans le système de commercialisation et d'abattage des vaches de réforme jusqu'à 16 jours avant l'abattage. Une proportion de 2 % des animaux est vendue à 2 ventes aux enchères différentes des jours différents (Stojkov et coll., 2020a). Ainsi, l'état de la vache se dégrade selon le temps passé dans le système après le départ de la ferme : la probabilité d'être classée maigre, d'avoir un œdème mammaire ou d'être fragilisée augmente significativement et considérablement avec le temps (Stojkov et coll., 2020b). À titre d'exemple, la CEC baisse de 3,1 à 2,7 sur la moyenne de 82 h passées dans le système de la ferme à l'abattage. Cela représente une perte de 0,4 point de CEC et, puisqu'un point de CEC équivaut

approximativement à 80 kg de poids vif (Schwager-Suter et coll., 2001), cette baisse correspond à une perte de poids vif de 32 kg. Cela s'explique très probablement par l'alimentation et l'hydratation insuffisantes des animaux dans le système de commercialisation. Si le risque d'œdème ou de tuméfaction mammaire n'augmente pas entre la ferme et la vente aux enchères, il enregistre une hausse entre la vente aux enchères et l'abattage. Cette réalité traduit probablement le temps passé dans le système par la vache de réforme sans traite, ce qui finit par engorger le pis, puisqu'à l'heure actuelle, la majorité des vaches de réforme ne sont pas tarées avant le transport. L'étude ne constate aucun changement de la locomotion. En revanche, une étude danoise évaluant le changement d'état de vaches de réforme de la ferme à l'abattage, avec une durée de transport inférieure à 8 heures, constate une hausse du risque de boiterie, d'écoulement de lait et de blessures à l'abattage (Dahl-Pederson et coll., 2018a). Par ailleurs, le transport de vaches gestantes représente un risque important pour la santé et le bien-être de la mère et du fœtus (Autorité européenne de sécurité des aliments [EFSA], 2017). La réglementation canadienne en vigueur énonce qu'un animal est jugé inapte au transport s'il est dans les derniers 10 % de sa période de gestation ou a donné naissance au cours des dernières 48 heures (Agence canadienne d'inspection des aliments [ACIA], 2020). Il n'existe pas de données canadiennes publiées sur la prévalence d'animaux en gestation présentés à l'abattoir, mais un groupe d'experts de l'Autorité européenne de sécurité des aliments estime que le pourcentage médian de vaches laitières gestantes abattues est de 13 %, et que 3 % seraient dans leur dernier trimestre de gestation (EFSA, 2017).

Quelques recherches ont cherché à définir des moyens d'améliorer la gestion de la mise à la réforme des vaches laitières. Une étude danoise sur l'aptitude au transport s'intéressant aux boiteries constate une concordance faible ou modérée de la notation de la boiterie entre producteurs, d'une part, et entre producteurs, vétérinaires et transporteurs, d'autre part (Dahl-Pederson et coll., 2018b); elle cerne en effet des problèmes de détection de la boiterie par les producteurs et les transporteurs. Les deux études canadiennes citées précédemment cherchent aussi à examiner le comportement des producteurs en matière de décisions de mise à la réforme. Stojkov et coll. (2020b) ont fourni à la moitié des fermes participantes des renseignements sur les vaches laitières de réforme fragilisées (y compris des données sur la durée de transport, l'état des vaches et les prix aux enchères, de l'information relative à l'identification des vaches maigres et boiteuses, et le soutien gratuit d'un vétérinaire aux fins d'amélioration des décisions concernant la mise à la réforme de vaches) au milieu de leur étude. Ce « traitement » consistant à informer les producteurs ne change en rien la prévalence de bovins fragilisés transportés vers les ventes aux enchères : aucune différence n'est constatée entre groupes « informés » et « non informés ». Cependant, durant cette période, la prévalence globale de vaches laitières de réforme fragilisées dans le système de commercialisation a baissé (peut-être en raison de l'évolution de la demande en matière grasse du lait) et le pourcentage de vaches mortes et euthanasiées dans les fermes a diminué aussi, ce qui indique que globalement, les vaches étaient dans un meilleur état général (Stojkov et coll., 2020b). Dans une étude réalisée en Ontario, Moorman (2018) rapporte qu'un formulaire d'évaluation en liste de vérification est fourni par l'intermédiaire de vétérinaires participant à l'étude. La liste de vérification comprend des données cliniques dont il faut tenir compte pour déterminer l'aptitude au transport d'une vache avant de la sélectionner. Il s'agit de vérifier la température rectale, la cote d'état de chair, l'évaluation de locomotion, les mesures du système mammaire (CMT pour *California Mastitis Test* [test de mammite de Californie] ou selon une autre échelle), la date de la dernière traite, la date du dernier traitement (pour évaluer le

risque de résidu de médicament) et l'absence de problèmes cliniques. Les vétérinaires et les producteurs constatent que le formulaire contribue à mieux faire comprendre la manière d'évaluer adéquatement les vaches de réforme avant leur transport. La plupart des producteurs estiment le formulaire utile et déclarent compter l'employer dans leurs décisions de mise à la réforme s'il leur est fourni. Par ailleurs, Stojkov et coll. (2020b) observent des différences de prévalence de bovins fragilisés entre producteurs selon leur cabinet ou clinique vétérinaire. Ils supposent que cette variation s'explique soit par la prise en compte différente des problèmes relatifs aux vaches de réforme par les différents vétérinaires, soit par le fait que tous n'interviennent pas de la même manière dans les décisions de mise à la réforme prises par l'éleveur. Notons toutefois que l'étude portait sur trois cliniques vétérinaires seulement et que ces observations mériteraient d'être enrichies par des travaux complémentaires.

D'après les données examinées ici, afin de réduire la prévalence de vaches laitières de réforme fragilisées dans le système canadien d'encans et d'abattage, les mesures nécessiteront la participation des éleveurs, des vétérinaires et des transporteurs, entre autres membres du secteur laitier. La réglementation fédérale en vigueur sur le transport souligne plusieurs des problèmes cernés par la recherche, notamment par des restrictions du transport de vaches laitières en lactation et l'augmentation des restrictions visant le transport de vaches boiteuses et malades (gouvernement du Canada, 2019).

6.3 Pronostic et prise de décisions

La prise de décisions concernant les vaches laitières vulnérables est non seulement importante aux fins de détermination de l'aptitude au transport, mais elle est aussi cruciale en matière de détermination de pronostic et d'euthanasie, particulièrement si l'animal est considéré comme inapte au transport. Indubitablement, le transport d'animaux fragilisés pose des problèmes de bien-être, mais il n'est pas non plus souhaitable de laisser dans les fermes des animaux fragilisés non traités ou des vaches au pronostic inquiétant sous traitement prolongé. Le traitement et l'euthanasie des bovins vulnérables au moment opportun sont en effet des éléments cruciaux pour que les soins soient considérés comme adéquats. L'application manuelle de traumatisme contondant ne cause pas systématiquement de perte de conscience irréversible ni la mort des bovins, y compris de jeunes veaux, et elle est jugée inacceptable par l'American Veterinary Medical Association (AVMA [Association américaine des médecins vétérinaires], 2020), l'Humane Slaughter Association (HSA, 2007) et l'American Association of Bovine Practitioners (AABP, 2019). Malgré ces directives explicites, des études canadiennes récentes constatent que l'application manuelle de traumatisme contondant reste employée, parfois comme méthode principale, aux fins d'euthanasie des veaux, et qu'elle est souvent plus courante dans l'euthanasie des bovins laitiers mâles (Roche et coll., 2020). Il a été montré que le recours à des méthodes non convenables ou la formation inadéquate à l'utilisation de méthodes acceptables sont tous deux des problèmes graves conduisant à des préoccupations majeures en matière de bien-être animal (Shearer, 2018; Roche et coll., 2020).

Outre la nécessité d'une méthode efficace et efficiente d'euthanasie, le choix du moment de sa réalisation est fondamental dans la gestion des fermes laitières (Walker et coll., 2020). Pourtant, la réalisation de l'euthanasie en temps opportun est souvent empêchée par différents facteurs, comme la formation insuffisante du personnel, l'absence de protocoles convenables, les décisions de traitement, des considérations sur la qualité de vie des vaches, l'influence du lien

humain-animal (par exemple santé mentale et bien-être) et les répercussions financières (Walker et coll., 2020). Walker et coll. (2020) signalent que souvent, une vache jugée fragilisée à l'abattoir, qui est considérée comme inapte à l'abattage et euthanasiée au marché de vente aux enchères ou à l'abattoir, aurait dû être euthanasiée à la ferme avant le transport et peut-être même bien avant que la décision de la transporter ait été prise. Walker et coll. (2020) présentent ainsi un tableau contenant les estimations du nombre de bovins vendus dans un état de santé grave, d'après les données du National Animal Health Monitoring System [système de surveillance nationale de la santé animale] des États-Unis (USDA, 2016); ces estimations comprennent des vaches atteintes de carcinome oculaire, de météorisation, de syndrome hémorragique intestinal, de boiterie ou incapables de se lever qui auraient dû être euthanasiées dans l'exploitation avant leur transport. Leur nombre total s'élève à 300 000, ce qui représente 3,5 % du cheptel laitier des États-Unis. Bien qu'on ne dispose pas de données similaires sur le Canada, ces résultats soulignent l'importance des décisions relatives au moment de l'euthanasie et à l'aptitude au transport. Pour tout animal considéré comme inapte au transport, la décision de traiter l'animal plutôt que de l'euthanasier doit se fonder non seulement sur la probabilité de réussite du traitement, mais aussi sur plusieurs autres éléments comme la capacité de soulager la douleur (au besoin) et la qualité de vie de l'animal. Walker et coll. (2020) cernent trois principaux éléments à prendre en considération pour décider d'une euthanasie en temps opportun :

1. l'élaboration et la diffusion de matériel de formation et de directives claires sur l'euthanasie en temps opportun;
2. des discussions avec le personnel et des séances de formation planifiées et régulières;
3. des mesures et des suivis contribuant à l'évaluation objective des procédés et à l'obligation de rendre compte.

Walker et coll. (2020) dressent une liste de certains des problèmes peu susceptibles de se résoudre au moyen d'un traitement : boiterie sévère, carcinome oculaire, météorisation, syndrome hémorragique intestinal, bovin non ambulateur, diarrhées chroniques, mammite toxique (mammite clinique sévère) et prolapsus rectal/vaginal ou utérin réfractaire. Dans ces cas, entre autres, il est fortement recommandé d'envisager une euthanasie en temps opportun. Ces décisions sont complexes et dépendent souvent de l'animal et de la ferme. De plus, elles sont souvent subjectives. C'est pourquoi plusieurs études examinent et soulignent l'importance des arbres décisionnels détaillés permettant d'obtenir un avis plus cohérent et objectif (Turner et Doonan, 2010; Wagner et coll., 2010).

Enfin, mentionnons un nouveau champ de recherche, à savoir la santé mentale et le bien-être des ouvriers agricoles chargés de l'euthanasie. Bien que le domaine soit nouveau, des publications récentes montrent déjà l'incidence possible de ces pratiques sur le bien-être de l'ouvrier agricole qui se manifesterait dans de l'aversion ou une hésitation à réaliser le procédé, une exécution inefficace, ou des difficultés de santé mentale après le procédé (Shearer, 2018; Walker et coll., 2020).

6.4 Soins aux vaches à terre

Une vache à terre ou incapable de se relever est un animal non ambulateur, qui n'est plus en mesure de marcher. Certaines définitions de cet état précisent qu'une vache doit avoir été en

décubitus sternal pendant plus de 24 heures sans preuve de maladie systémique (Poulton et coll., 2016a). Y compris en cas de bonne gestion, il est courant qu'un troupeau moyen ait au moins une vache non ambulatoire par an (Green et coll., 2008). Il est donc certain que tout éleveur de bovins laitiers doit être préparé à gérer ce problème. La durée du décubitus influe grandement sur la probabilité de rétablissement. À titre de référence, l'euthanasie doit être envisagée pour les vaches en décubitus depuis plus de 24 heures (Green et coll., 2008). Bien que plusieurs raisons puissent mettre une vache à terre – y compris des causes infectieuses, métaboliques ou néoplasiques, une blessure au vêlage, ou une blessure traumatique – les vaches qu'on suppose dans cet état pour des raisons métaboliques (traitement au calcium, au phosphore ou au potassium pendant leur état non ambulatoire) ont presque 4 fois plus de chances de se rétablir que celles à terre pour d'autres raisons (et ne recevant pas ces traitements; Green et coll., 2008). Le rétablissement des vaches à terre depuis plus de 24 heures dépendrait plus des complications engendrées par le fait d'être au sol que de leur premier problème de santé (Poulton et coll., 2016a). Ces travaux montrent qu'une intervention rapide et des soins adéquats peuvent augmenter la probabilité de rétablissement (Poulton et coll., 2016b; Green et coll., 2008). Stull et coll. (2007) avancent que les deux principaux objectifs du traitement et des soins aux vaches incapables de se lever consistent « à corriger la cause primaire du décubitus et à minimiser les lésions musculaires et nerveuses secondaires ». Si la cause primaire ne peut pas être corrigée, par exemple une fracture, une luxation ou une rupture de tendon, l'euthanasie doit donc être immédiatement décidée. Dans les cas de vaches à terre dont le diagnostic semble efficace et pourrait être suivi d'un rétablissement, la qualité de la gestion et des soins joue un rôle crucial dans la réussite du traitement (Huxley, 2006). Le rétablissement limité en cas de décubitus long s'expliquerait en partie par le développement d'une ischémie musculaire et de lésions nerveuses dues à la pression causée par le poids et la compression physique de la position couchée (Huxley, 2006). On désigne la pression source de lésions musculaires par l'expression syndrome de loges et de compression (Cox, 1988). Par conséquent, lever les animaux à terre pour soulager la pression sur leurs muscles et leurs nerfs est une composante importante de la gestion de ces vaches. Le syndrome de loges touche 36 % des vaches à terre d'après les taux sériques de créatine kinase mesurés dans une étude australienne (Poulton et coll., 2016a). De plus, une lésion secondaire du nerf fémoral est observée chez 22 % des vaches incapables de se lever (Poulton et coll., 2016a). Huxley (2006) établit la liste de plusieurs méthodes visant à lever les vaches, comme l'utilisation de sangles, d'unlève-vache (serre-hanches) et de piscines portatives. Pour éviter de blesser la vache ou le personnel, la personne manipulant le dispositif doit être formée et prudente. La piscine portative est considérée comme la meilleure solution : cette méthode atraumatique sans points de pression peut constituer une forme d'hydrothérapie qui améliore la circulation sanguine vers les muscles lésés (Stojkov et coll., 2016). Il s'agit toutefois de la méthode la plus coûteuse. Les piscines sont utilisées aux fins de diagnostic et de thérapie. Les vaches ne réagissant pas à la flottaison (incapables de tenir debout ou de tenir correctement debout, alimentation impossible en état de flottaison) ont généralement un pronostic très inquiétant et il est fortement recommandé d'envisager leur euthanasie (Burton et coll., 2009; Stojkov et coll., 2016). Parmi les soins supplémentaires possibles, citons le déplacement de l'animal à terre vers un lieu adéquat sans cruauté, l'approvisionnement fréquent en aliments et en eau, la disponibilité d'une surface de repos propre, sèche et confortable, le fait de fréquemment retourner ou lever l'animal, et sa séparation des autres animaux (Huxley, 2006; Stojkov et coll., 2016). Il faut aussi envisager, après consultation du vétérinaire du troupeau, l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) susceptibles de contribuer à la gestion de la

douleur et de l'inflammation, ainsi qu'une traite toutes les 12 heures quand la vache est levée ou en décubitus latéral de façon à soulager la pression sur la glande mammaire et réduire le risque de mammite (Huxley, 2006). Les vaches doivent être tournées ou levées toutes les 3 heures ou mises dans une piscine pendant une période prolongée de 6 à 8 heures (Huxley, 2006; Stojkov et coll., 2016). On ne saurait trop insister sur la nécessité de fournir des soins adéquats. Stojkov et coll. (2016) constatent que les vaches correctement prises en charge ont plus de probabilité de se rétablir après une thérapie dans un système de flottaison (piscine) que celles recevant de mauvais soins. Les soins apportés à chaque vache sont évalués au moyen d'une enquête auprès du gestionnaire de la ferme et d'une enquête sur le terrain réalisée par le vétérinaire (Stojkov et coll., 2016). Dans l'étude, 64 % des vaches correctement prises en charge et immergées dans un système de flottaison en moyenne 1,7 fois se rétablissent complètement (Stojkov et coll., 2016). En revanche, seules 1 à 9 vaches de fermes procurant de mauvais soins se rétablissent après 1,7 immersion dans la piscine par vache en moyenne. Une étude australienne constate aussi l'association entre soins de grande qualité et chances accrues de rétablissement après un décubitus (Poulton et coll., 2016b). Les vaches bénéficiant de soins de grande qualité ont une plus grande probabilité de se rétablir du premier problème de santé et une plus faible probabilité de souffrir de lésions suite à des complications (Poulton et coll., 2016b). Les auteurs recommandent par conséquent de soit fournir des soins convenables aux vaches incapables de se lever, soit les euthanasier immédiatement (Poulton et coll., 2016b).

6.5 Relation entre tarissement et réforme

À l'heure actuelle, la plupart des vaches mises à la réforme au Canada sont vendues en pleine lactation dans des ventes aux enchères, puis transportées vers des abattoirs. Dans une étude pilote auprès d'éleveurs laitiers de l'Ontario, il a été demandé aux participants de remplir un formulaire d'évaluation par vache expédiée pendant trois mois. Dans 187 formulaires d'évaluation remplis par 44 éleveurs (soit 85 % du total des formulaires remplis), la dernière date de traite notée est la date d'expédition des vaches, ce qui indique qu'elles n'avaient pas été tarées avant leur transport (Moorman, 2018). De fait, seuls 33 formulaires (soit 15 % des formulaires remplis) contenaient une date de dernière traite antérieure à la journée d'expédition (Moorman, 2018). Étant donné le temps que les vaches de réforme passent dans le système avant l'abattage, cela signifie qu'elles ne sont pas traitées pendant plusieurs jours. À titre d'exemple, les vaches quittant des fermes de la Colombie-Britannique passent en moyenne 3,5 jours dans le système avant d'être abattues (Stojkov et coll., 2020b). Soulignons que 3 % de ces vaches y passent entre 8 et 16 jours (Stojkov et coll., 2020b). Or, il s'agit d'un système de commercialisation où les vaches laitières sont généralement près des marchés de vente aux enchères et des abattoirs. Dans d'autres régions du Canada, il y a probablement un nombre très supérieur de vaches restant bien plus longtemps que 3,5 jours dans le système de commercialisation, d'après les conclusions d'un comité de consultation canadien sur les vaches de réforme (Stojkov et coll., 2018). La principale préoccupation concernant les vaches non tarées dans le système de commercialisation est la probabilité de formation d'œdème ou de tuméfaction mammaire, à la fois source d'inconfort et de douleur et facteur probable d'augmentation du risque de mammite. Dans les travaux de Stojkov et coll. (2020a), la prévalence de vaches présentant un engorgement ou une inflammation du pis est de 13 % sur 6 263 vaches laitières de réforme observées dans deux marchés de vente aux enchères de la Colombie-Britannique. Le problème de l'engorgement du pis reste stable entre la ferme et l'encan, mais augmente entre ce dernier et l'abattage, ce qui indique que plus la vache est dans le système, plus le risque d'engorgement ou d'inflammation

du pis est grand. De plus, les vaches aux premiers stades de lactation et les vaches âgées (≥ 3 parités) présentent un risque plus élevé de tuméfaction mammaire. Une étude danoise rapporte que la proportion de vaches présentant un écoulement de lait passe de 1 % des vaches à la ferme avant le transport à 17 % de vaches à l'arrivée à l'abattage (avec un transport direct de la ferme à l'abattoir, d'une durée moyenne de seulement 187 minutes et avec seulement un petit nombre de vaches ayant une durée de transport supérieure à 8 heures) (Dahl-Pedersen et coll., 2018a). L'étude associe à la fois le début de lactation (< 100 jours depuis la première lactation) et la distance de transport (> 100 km) à l'augmentation du risque d'écoulement de lait (Dahl-Pedersen et coll., 2018a). La réglementation fédérale en vigueur énonce que les animaux en lactation ne peuvent pas être transportés sauf s'ils sont traités à des intervalles suffisants à prévenir l'engorgement du pis (gouvernement du Canada, 2019). Dans la plupart des situations, cela signifie en pratique que l'éleveur doit tarir les vaches avant leur transport pour se conformer au règlement, à moins que les vaches soient expédiées directement de la ferme à l'abattoir (et que la durée entre la sortie de la ferme et l'abattage soit inférieure à 12 heures). Le tarissement doit être adéquatement réalisé pour atténuer les éventuels problèmes de bien-être liés à la cessation abrupte de la traite, qui entraîne une douleur causée par l'engorgement du pis, la faim et une motivation non satisfaite à être traitée (Zobel et coll., 2015). Bien que de nouvelles recherches soient nécessaires pour déterminer les meilleures méthodes de cessation de la traite, une étude a montré que la traite intermittente pendant une période de cinq jours réduit les écoulements de lait et la durée d'attente de la traite (Zobel et coll., 2013). Quelle que soit la méthode de la ferme, les vaches en lactation mises à la réforme qui ne sont pas envoyées directement à l'abattage sont contraintes de subir une cessation abrupte de la traite pendant les nombreux jours qu'elles passent dans le système de commercialisation avant leur traitement final. C'est pourquoi les éleveurs devront radicalement changer leur gestion de l'expédition de vaches laitières de réforme en lactation dans un avenir très proche. Une des possibilités consisterait à les tarir, puis les nourrir pour leur faire prendre du poids. Des études menées en Colombie-Britannique et en Ontario montrent que le prix au kilogramme obtenu pour des vaches laitières de réforme est significativement plus bas quand les vaches sont maigres ($CEC \leq 2,0$) et boiteuses. Le fait de tarir les vaches, les installer dans un enclos de repos confortable et les nourrir pour qu'elles prennent du poids présente le double avantage d'améliorer leur bien-être tout en augmentant leur valeur avant transport. Les répercussions de l'alimentation de vaches laitières de réforme sur le rendement économique et la qualité de la carcasse ont été évaluées dans d'autres pays, et il a été montré que cela améliore la qualité de la carcasse, mais n'est pas toujours avantageux économiquement (Franco et coll., 2009; Minchin et coll., 2009; Maier et coll., 2011). Cependant, aucune recherche n'a été publiée sur cette question au Canada et aucune étude ne s'est intéressée à l'incidence de cette stratégie sur l'amélioration du bien-être des vaches laitières de réforme.

6.6 Références

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (2020). *Transport du bétail au Canada*, disponible à l'adresse www.inspection.canada.ca/sante-des-animaux/transport-sans-cruaute/transport-du-betail-au-canada/fra/1363748532198/1363748620219.

Ahola, J.K., H.A. Foster, D.L. VanOverbeke, K.S. Jensen, R.L. Wilson, J.B. Glaze Jr., T.E. Fife, C.W. Gray, S.A. Nash, R.R. Panting et N.R. Rimbey (2011). Survey of quality defects in market beef and dairy cows and bulls sold through livestock markets in the Western United States: I. Incidence rates, *Journal of Animal Science*, vol. 89:1474–483.

American Association of Bovine Practitioners (AABP) (2019). *Guidelines for the Humane Euthanasia of Cattle*, disponible à l'adresse www.aabp.org/Resources/AABP_Guidelines/EUTHANASIA-2019.pdf.

American Veterinary Medical Association (AVMA) (2020). *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition*, disponible à l'adresse www.avma.org/sites/default/files/2020-01/2020-Euthanasia-Final-1-17-20.pdf.

Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) (2017). Animal welfare aspects in respect of the slaughter or killing of pregnant livestock animals (cattle, pigs, sheep, goats, horses), *Scientific Opinion*, vol. 15, p. 4782.

Burton, A.J., D.V. Nydam, T.L. Ollivett et T.J. Divers (2009). Prognostic indicators for nonambulatory cattle treated by use of a flotation tank system in a referral hospital: 51 cases (1997–2008), *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 234, p. 1177–1182.

Cox, V.S. (1988). Nonsystemic causes of the downer cow syndrome, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 4, p. 413–433.

Dahl-Pedersen, K., M.S. Herskin, H. Houe et P.T. Thomsen (2018a). Risk factors for deterioration of the clinical condition of cull dairy cows during transport to slaughter, *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 5, p. 1–8.

Dahl-Pedersen, K., M.S. Herskin, H. Houe et P.T. Thomsen (2018b). Lameness scoring and assessment of fitness for transport in dairy cows: Agreement among and between farmers, veterinarians and livestock drivers, *Research in Veterinary Science*, vol. 119, p. 162–166.

Franco, D., E. Bispo, L. González, J.A. Vázquez et T. Moreno (2009). Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein-Friesian cull cows, *Meat Science*, vol. 83, p. 484–491.

Gouvernement du Canada (2019). Partie XII : Transport des animaux, dans *Règlement sur la santé des animaux* (C.R.C., ch. 296), disponible à l'adresse www.laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.%2C_ch._296/page-16.html.

Green, A.L., J.E. Lombard, L.P. Garber, B.A. Wagner et G.W. Hill (2008). Factors associated with occurrence and recovery of nonambulatory dairy cows in the United States, *Journal of Dairy Science*, vol. 91, p. 2275–2283.

Humane Slaughter Association (HSA) (2007). *Humane Dispatch and Disposal of Infant Calves*. Technical note no. 2, disponible à l'adresse <http://www.hsa.org.uk/downloads/technical-notes/TN2-calves-human-dispatch-disposal-HSA.pdf>.

Huxley, J. (2006). Assessment and management of the recumbent cow, *In Practice*, vol. 28, p. 176–184.

Maier, G.U., B.R. Hoar, C.L. Stull, P.H. Kass, V. Villanueva et J. Maas (2011). Effect of a nutritional reconditioning program for thin dairy cattle on body weight, carcass quality, and fecal pathogen shedding, *Journal of the American Medical Association*, vol. 239, p. 1594–1602.

Minchin, W., F. Buckley, D.A. Kenny, F.J. Monahan, L. Shalloo, M. O'Donovan (2009). Effect of grass silage and concentrate based finishing strategies on cull cow performance, carcass and meat quality characteristics, *Meat Science*, vol. 81, p. 93–101.

Moorman, A.K.G. (2018). Assessment of culled dairy cows on farms, and at livestock auction markets in Ontario, thèse de maîtrise, Guelph (Ontario): Université de Guelph.

Moorman, A., T.F. Duffield, A. Godkin, D. Kelton, J. Rau et D.B. Haley (2018). Associations between the general condition of culled dairy cows and selling price at Ontario auction markets, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 10580–10588.

Poulton, P.J., A.L. Vizard, G.A. Anderson et M.F. Pyman (2016a). Importance of secondary damage in downer cows, *Australian Veterinary Journal*, vol. 94, p. 138–144.

Poulton, P.J., A.L. Vizard, G.A. Anderson et M.F. Pyman (2016b). High-quality care improves outcome in recumbent dairy cattle, *Australian Veterinary Journal*, vol. 94, p. 173–180.

Roche, S.M., R. Genore, D.L. Renaud, D.A. Shock, C. Buaman, S. Croyle, H.W. Barkema, J. Dubuc, G.P. Keefe et D. Kelton (2020). Short communication: Describing mortality and euthanasia practices on Canadian dairy farms, *Journal of Dairy Science*, vol. 103, p. 3599–3605.

Shearer, J.K. (2018). Euthanasia of cattle: Practical considerations and applications, *Animals*, vol. 8, p. 57.

Schwager-Suter, R., C. Stricker, D. Erdin et N. Kunz (2001). Quantification of changes in body weight and body condition scores during lactation by modelling individual energy balance and total net energy intake, *Animal Science*, vol. 72, p. 325–334.

Stojkov, J., D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2016). Nonambulatory cows: Duration of recumbency and quality of nursing care affect outcome of flotation therapy, *Journal of Dairy Science*, vol. 99, p. 2076–2085.

Stojkov, J., G. Bowers, M. Draper, T. Duffield, P. Duivenvoorden, M. Groleau, D. Hauptstein, R. Peters, J. Pritchard, C. Radom, N. Sillett, W. Skippon, H. Trépanier et D. Fraser (2018). Hot topic: Management of cull dairy cows: Consensus of an expert consultation in Canada, *Journal of Dairy Science*, vol. 101, p. 11170–11174.

Stojkov, J., M.A.G. von Keyserlingk, T. Duffield et D. Fraser (2020a). Fitness for transport of cull dairy cows at livestock markets, *Journal of Dairy Science*, vol. 103, p. 2650–2661.

Stojkov, J., M.A.G. von Keyserlingk, T. Duffield et D. Fraser (2020b). Management of cull dairy cows: Culling decisions, duration of transport, and effect on cow condition, *Journal of Dairy Science*, vol. 103, p. 2636–2649.

Stull, C.L., M.A. Payne, S.L. Berry et J.P. Reynolds (2007). A review of the causes, prevention, and welfare of nonambulatory cows, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 231, p. 227–234.

Turner, P.V. et G. Doonan (2010). Developing on-farm euthanasia plans, *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 51, p. 1031–1034.

United States Department of Agriculture (USDA) (2016). *Dairy 2014 Dairy Cattle Management Practices in the United States, 2014*, disponible à l'adresse www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartI_1.pdf, site consulté le 6 novembre 2019.

Walker, J.B., I.N. Roman-Muniz et L.N. Edwards-Callaway (2020). Timely euthanasia in the United States dairy industry-challenges and a path forward, *Animals*, vol. 71, p. 1–17.

Wagner, B.K., M.C. Cramer, H.N. Fowler, H.L. Varneli, A.M. Dietsch, K.L. Proudfoot, J. Shearer, M. Correa et M.D. Pairis-Garcia (2020). Determination of dairy cattle euthanasia criteria and analysis of barriers to humane euthanasia in the United States: The veterinarian perspective, *Animals*, vol. 10, p. 1051.

Zobel, G., K. Leslie, D.M. Weary et M.A.G. von Keyserlingk (2013). Gradual cessation of milking reduces milk leakage and motivation to be milked in dairy cows at dry-off, *Journal of Dairy Science*, vol. 96, p. 5064–5071.

Zobel, G., D.M. Weary, K.E. Leslie et M.A.G. von Keyserlingk (2015). Invited review: Cessation of lactation: Effects on animal welfare, *Journal of Dairy Science*, vol. 98, p. 8263–8277.