



CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES BOVINS DE BOUCHERIE :



REVUE DE LITTÉRATURE RELATIVE AUX QUESTIONS PRIORITAIRES

Comité scientifique responsable du Code de pratiques des bovins de boucherie
Octobre 2025

- | | |
|--|---|
|  Karen Schwartzkopf-Genswein, PhD (présidente)
Chercheuse scientifique principale
Lethbridge Research Centre
Agriculture Agroalimentaire Canada
Société canadienne de science animale |  Derek Haley, PhD
Professeur agrégé
Ontario Veterinary College
University of Guelph
Société internationale d'éthologie appliquée |
|  Claire Windeyer, DMV, DSV
Professeure adjointe
Faculty of Veterinary Medicine
Université de Calgary
Association canadienne des médecins vétérinaires |  Ed Pajor, PhD
Professeur et titulaire de la chaire de
recherche Anderson-Chisholm des soins et
du bien-être des animaux
Faculty of Veterinary Medicine
Université de Calgary
Société internationale d'éthologie appliquée |
|  Karin Orsel, DMV, PhD, DECBHM
Professeure
Faculty of Veterinary Medicine
Université de Calgary
Association canadienne des médecins vétérinaires |  Matt Bowman (d'office)
Président du Comité du Code pour les bovins
Association canadienne des bovins |
|  Diego Moya, DMV, PhD
Professeur adjoint
Collège de médecine vétérinaire de l'Ouest
University of Saskatchewan
Société canadienne de science animale |  ACER Consulting
Rédaction scientifique |



CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES BOVINS DE BOUCHERIE : REVUE DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES RELATIVES AUX QUESTIONS PRIORITAIRES

Rapport du Comité scientifique du code de pratiques pour les bovins de boucherie

Octobre 2025

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	3
1.1 But et objectifs.....	3
2 Soulagement de la douleur lors des interventions douloureuses	6
2.1 Introduction, portée et principes généraux.....	6
2.2 Comparaisons entre les bovins laitiers et de boucherie.....	6
2.2.1 Prévention des troubles de santé douloureux et des interventions douloureuses.....	6
2.2.2 Gestion de la douleur du bétail.....	7
2.2.3 Importance des vétérinaires.....	8
2.2.4 Portée.....	8
2.3 Dystocie et assistance au vêlage.....	8
2.3.1 Stratégies d'atténuation de la douleur pour la dystocie et l'assistance au vêlage....	10
2.3.2 Recherches futures.....	13
2.4 Castration des femelles.....	13
2.4.1 Stratégies d'atténuation de la douleur due à la castration de la femelle.....	14
2.4.2 Recherches futures.....	15
2.5 Ébourgeonnage et écornage.....	15
2.5.1 Races génétiquement sans cornes.....	16
2.5.2 Âge de l'animal.....	17
2.5.3 Méthode d'ébourgeonnage et d'écornage.....	17
2.5.4 Stratégies d'atténuation de la douleur induite par l'ébourgeonnage et l'écornage..	20
2.5.5 Recherches futures.....	23
2.6 Castration.....	23
2.6.1 Âge de l'animal.....	24
2.6.2 Méthode de castration.....	25
2.6.3 Atténuation de la douleur causée par la castration.....	28
2.6.4 Recherches futures.....	33
2.7 Marquage.....	33
2.7.1 Atténuation de la douleur causée par le marquage.....	34
2.7.2 Recherches futures.....	36
2.8 Troubles de santé douloureux.....	36
2.8.1 Complexe respiratoire bovin.....	36
2.8.2 Boiterie.....	38
2.8.3 Recherches futures.....	40
3 État de santé à différents stades de la production	57
3.1 Gestion de la santé dans le secteur vache-veau.....	57

3.1.1	Prévalence de la maladie.....	57
3.1.2	Gestion des maladies dans les troupeaux vaches-veaux.....	59
3.2	Gestion de la santé dans le secteur des parcs d'engraissement	65
3.2.1	Utilisation des antimicrobiens.....	67
3.2.2	Gestion du complexe respiratoire bovin chez les bovins en parc d'engraissement ..	68
3.2.3	Boiterie chez les bovins en parc d'engraissement.....	76
3.2.4	Maladies d'origine nutritionnelle associées à l'alimentation à forte proportion de concentrés.....	83
4	Prise en charge en fin de vie.....	104
4.1	Prise de décision en matière d'euthanasie.....	104
4.2	Méthodes et pratiques actuelles	106
4.2.1	Méthodes adéquates d'euthanasie	106
4.3	Formation aux fins d'amélioration des pratiques d'euthanasie	114
4.4	Recherches futures	115
5	Pratiques de sevrage et prise en charge avant et après le sevrage	120
5.1	Introduction, portée et principaux principes.....	120
5.2	Les effets du sevrage sur le bien-être de la vache et du veau.....	120
5.3	Pratiques de sevrage courantes et nouvelles.....	122
5.3.1	Comparaison entre sevrage avec pose de caveçon au museau et sevrage abrupt ..	123
5.3.2	Comparaison entre séparation par la clôture et sevrage abrupt.....	125
5.3.3	Caveçons avec séparation par la clôture ou sevrage abrupt.....	127
5.4	Stratégies de gestion susceptibles d'influencer les résultats du sevrage.....	127
5.4.1	Âge du sevrage	128
5.4.2	Supplémentation alimentaire avant le sevrage.....	129
5.4.3	Gestion de la nutrition après le sevrage.....	130
5.4.4	Séparation vache-veau temporaire et manipulation avant le sevrage.....	131
5.4.5	Durée entre le sevrage et le transport	132
5.4.6	Moment de la vaccination	132
5.4.7	Préconditionnement	133
5.4.8	Phéromones	134
5.4.9	Intégration d'une vache de facilitation sociale.....	135
5.5	Recherches futures	135

1 Introduction

1.1 But et objectifs

Le présent rapport dresse un portrait et un résumé de la littérature scientifique sur les questions prioritaires en matière de bien-être dans le secteur canadien de l'élevage de bovins. Le Comité du code et le Comité scientifique ont conjointement établi les thèmes à aborder et la portée du rapport. Ils ont conjointement établi les priorités, en définissant les sujets prioritaires selon les critères suivants :

- Le sujet est-il lié au bien-être animal et est-il particulièrement important pour le bien-être des espèces en question?
- Existe-t-il assez de recherches sur le sujet pour réaliser une revue de littérature?
- Ce sujet profiterait-il d'une revue de littérature rigoureuse menée par un comité de spécialistes issus de divers domaines?
- Le sujet relève-t-il du champ d'application du Code (situation observée à la ferme et sur laquelle les producteurs et productrices ont un pouvoir direct)?
- Peut-on plutôt s'appuyer sur des protocoles déjà en place?

Comme l'indique le [Processus d'élaboration des codes de pratiques du CNSAE](#), le Comité scientifique avait pour mandat d'étudier l'incidence de la recherche scientifique sur le bien-être des bovins de boucherie dans le cadre des questions prioritaires établies par les comités susmentionnés. Le Comité du code, destinataire du présent rapport, doit s'appuyer de sa vaste expertise pour se pencher sur ces questions dans ses discussions.

Le présent rapport correspond à une revue narrative de littérature des questions ci-dessous. Pour chaque question prioritaire, nous avons ciblé des articles de synthèse (revues systématiques, revues exploratoires, méta-analyses et revues narratives pertinentes) qui traitent des principaux titres et sous-titres qualifiés d'intérêt par le Comité du code. La revue de la littérature scientifique, qui a d'abord ciblé les articles de synthèse puis les études primaires, a été menée dans les bases de données de revues suivantes : Google Scholar, PubMed et Web of Science. Les termes de recherche clés, joints à l'aide d'opérateurs booléens, comprenaient les mots clés de la liste des questions prioritaires ci-dessous et ont été utilisés pour sélectionner les articles. Nous nous sommes concentrés sur les articles publiés depuis la fin de la revue des études scientifiques sur les questions prioritaires de 2012, et avons privilégié les travaux menés en Amérique du Nord. Nous avons exclu les articles portant sur l'Afrique, l'Asie et l'Océanie, tout comme les articles rédigés dans une langue autre que l'anglais.

Nous avons, lorsque possible, eu recours à des revues systématiques de la littérature et des méta-analyses pour renforcer la solidité des preuves. Cependant, il n'y a actuellement pas assez d'essais contrôlés randomisés comparables sur bon nombre de ces sujets pour donner lieu à des méta-analyses intéressantes. Faute d'études synthétisant les données scientifiques et évaluant la qualité et le poids des données probantes, nous avons passé en revue et résumé la littérature originale. La synthèse présentée ici rend compte des principaux constats, des conclusions clés et des résultats rapportés dans la littérature scientifique évaluée par des pairs. Il n'était toutefois pas dans le champ d'application de notre mandat d'évaluer plus systématiquement la conception des

études, leur efficacité statistique et les limites susceptibles d'avoir influencé leurs résultats. Le présent rapport propose un examen complet des connaissances actuelles sur les pratiques liées au bien-être des bovins de boucherie, et s'appuie, dans la mesure du possible, sur des données de haut niveau, afin de fournir des conclusions raisonnables fondées sur des faits issus des recherches scientifiques examinées.

Voici les questions prioritaires étudiées dans ce rapport :

- Soulagement de la douleur lors des interventions douloureuses
 - Principes généraux
 - Nécessité des interventions douloureuses et données à l'appui d'autres stratégies de prise en charge
 - Assistance au vêlage
 - Ébourgeonnage et écornage
 - Castration
 - Marquage
- Sevrage
 - Impact du sevrage sur le bien-être de la vache et du veau
 - Procédures et pratiques de sevrage
 - Gestion préalable et postérieure au sevrage
- Problèmes de santé à différents stades de production
 - Principes généraux
 - Diarrhée néonatale chez le veau
 - Complexe respiratoire bovin (CRB) en production vache-veau et en parc d'engraissement
 - Boiterie dans les exploitations vache-veau et en parc d'engraissement
 - Maladies nutritionnelles associées aux aliments concentrés (acidose, hépatite suppurée, la fourbure)
- Prise en charge en fin de vie
 - Méthode(s) et pratiques d'euthanasie actuelles
 - Prise de décisions (surtout pour les animaux vulnérables)

Le Comité scientifique veut aussi insister sur le fait que d'autres sujets méritent d'être examinés dans l'évaluation de la santé et du bien-être du secteur bœuf canadien, mais ils dépassent le cadre de cette analyse, notamment :

- Changement climatique et structure de la morbidité
- Conditions du milieu (stress thermique, sécheresse)
- Conditions de logement (densité du peuplement dans l'enclos, ombre, accessibilité aux ressources)
- Conduite du troupeau et manipulation à faible stress
- Gestion d'une gestation dans le parc d'engraissement
- Bovins issus d'un croisement entre bovins laitiers et bovins à viande dans les parcs d'engraissement : tolérance aux rations riches en céréales/abcès hépatiques, boiterie, impact et prévalence du CRB, viande à coupe sombre, etc.
- Protocoles sanitaires et tenue de registres pour dépister les maladies

Certains sujets ont dû être exclus, faute de suffisamment de recherches ou de données scientifiques probantes. Il faut, même s'il y a peu d'éléments probants sur ces questions, en être conscient afin d'atténuer le stress et la douleur lorsque possible.

2 Soulagement de la douleur lors des interventions douloureuses

2.1 Introduction, portée et principes généraux

Avant de plonger dans le vif du sujet, il importe de nommer quelques principes et considérations d'ordre général. La présente section sert d'assise et présente les grands thèmes sur lesquels s'appuient les recherches approfondies actuelles relatives à ces pratiques.

2.2 Comparaisons entre les bovins laitiers et de boucherie

Dans les sections sur l'écornage, la castration, le marquage et les problèmes de santé du présent rapport, l'accent est mis sur la littérature scientifique axée sur les bovins de boucherie. Or, parmi les recherches pertinentes, bon nombre concernent les bovins laitiers ou la gestion d'une entreprise laitière. Il importe d'en faire la distinction lors de l'évaluation des résultats de recherche pour deux raisons. En premier lieu, les bovins de boucherie se distinguent des bovins laitiers sur le plan génétique et comportemental (Haskell et coll., 2014). En second lieu, les systèmes de gestion et de manipulation de la production de bœuf diffèrent grandement des systèmes laitiers (Endres et Schwartzkopf-Genswein, 2018). Les chercheurs et chercheuses qui s'intéressent à la douleur chez les animaux domestiqués mettent en garde contre l'extrapolation des réponses comportementales et physiologiques à la douleur entre les individus d'une même espèce et d'espèces différentes en raison des différences de races, d'âges et de sexe (Anil et coll., 2002, 2005). Malgré ces différences, il est probable que l'écornage, la castration, le marquage et les problèmes de santé suscitent de la douleur et de la détresse similaires chez les bovins de boucherie de différentes races. Cependant, compte tenu des différences entre les bovins laitiers et de boucherie et entre les systèmes de production, il faut examiner soigneusement les résultats de recherche liés aux bovins laitiers afin d'établir un lien avec les bovins de boucherie. Même s'il faut prendre certaines précautions, les comparaisons sont utiles pour cerner des lacunes dans les connaissances scientifiques et établir les futurs axes de recherche à explorer pour les bovins.

2.2.1 Prévention des troubles de santé douloureux et des interventions douloureuses

Un bon moyen de limiter la douleur du bétail – qu'elle soit causée par une intervention ou un trouble de santé – est de la prévenir lorsque possible. Des solutions de rechange aux pratiques douloureuses (ex. substitution de l'ébourgeonnage grâce à une race génétiquement sans cornes) deviennent de plus en plus fréquentes. Par exemple, une enquête récente a indiqué qu'en 2022, 80,6 % des producteurs et productrices de bœuf canadiens avaient un troupeau composé à 75 % de veaux acérés (BCRC, 2022). Il arrive également qu'on élabore des méthodes de soulagement de la douleur qui permettent d'apaiser l'expérience (douleur postopératoire et associée à une intervention) par rapport aux approches conventionnelles (Rudd et coll., 2025; Ross et coll., 2024; Lauder et coll., 2020; Meléndez et coll., 2018a, 2018b). Sachant que toute procédure ou intervention génère un certain niveau de douleur ou d'inconfort, il est essentiel de s'interroger sur leur nécessité, d'opter pour les méthodes les moins douloureuses et d'offrir un soulagement adéquat à une procédure ou une affection douloureuse.

2.2.2 Gestion de la douleur du bétail

La gestion de la douleur du bétail est une dimension critique du bien-être animal et de l'optimisation des résultats de la production (Steagall et coll., 2021). Fenêtre sur les principales stratégies pharmacologiques de soulagement de la douleur, la présente section vise à établir une compréhension commune de leurs mécanismes et applications.

Chez les bovins, la gestion efficace de la douleur (atténuation de la douleur aiguë, chronique et associée à une intervention) passe généralement par une combinaison d'approches pharmacologiques – anesthésiques locaux, anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ou sédatifs –, lesquels traitent différents aspects de la douleur et du stress (Zoltick et coll., 2024). Les anesthésiques locaux comme la lidocaïne bloquent les canaux sodiques des cellules nerveuses, ce qui interrompt l'émission et la transmission de signaux de douleur au système nerveux central (Zoltick et coll., 2024), et offrent un traitement de la douleur aiguë particulièrement efficace pendant et juste après une intervention comme la castration ou l'écornage.

Souvent administrés en conjonction avec des anesthésiques locaux, les AINS comme le méloxicam et la flunixin méglumine ont notamment pour fonction de réduire la production de prostaglandine en inhibant les enzymes cyclo-oxygénase (COX-1 et COX-2; Zoltick et coll., 2024). Cela diminue l'inflammation et la douleur en réduisant la sensibilité des nocicepteurs et le signal de douleur (Stock et Coetzee, 2015). La COX-1 contribue aux réponses inflammatoires immédiates et la COX-2 intervient dans l'inflammation prolongée. En ciblant ces deux isoenzymes, on améliore le soulagement de la douleur; toutefois, l'inhibition de la COX-1 est susceptible de causer des effets indésirables sur les reins et le système gastro-intestinal (Mushtaq et coll., 2025). Malgré le peu d'études menées chez les bovins, on peut penser que les inhibiteurs sélectifs de la COX-2, comme le méloxicam, sont à privilégier pour réduire au minimum ces effets secondaires (Mushtaq et coll., 2025). Grâce à leurs doubles actions analgésiques et anti-inflammatoires, les AINS sont très utiles pour traiter les douleurs aiguës et chroniques (Stock et Coetzee, 2015).

Les sédatifs comme la xylazine accompagnent l'anesthésie et l'analgésie; ils s'attaquent au stress et favorisent la détente musculaire, surtout au cours d'interventions invasives (Stock et Coetzee, 2015). La xylazine est un agoniste des récepteurs alpha-2 adrénergique qui réduit la libération de dopamine et de noradrénaline; elle cause une sédation, une analgésie légère et une relaxation musculaire (Ball et coll., 2022). Les sédatifs, notamment les alpha-2 agonistes, inhibent les voies périphériques de transmission de la douleur et atténuent la perception de la douleur, ce qui améliore le bien-être pendant la manipulation ou les interventions (Stock et Coetzee, 2015).

Dans l'ensemble, ces outils pharmacologiques constituent une stratégie multidimensionnelle de gestion de la douleur et du stress chez les bovins. Le choix de traitement doit se faire en fonction de la douleur (nature, gravité et durée) afin d'optimiser le bien-être de l'animal. Voyez ci-dessous une revue scientifique des stratégies de soulagement de la douleur pour des interventions précises : l'écornage ou l'ébourgeonnage, la castration, le marquage, la dystocie et l'assistance au vêlage, la castration des femelles et les affections douloureuses. Notre capacité d'atténuer la douleur chez les bovins dépend de nombreux facteurs, dont la disponibilité des médicaments et la durée d'action. Par exemple, les AINS, les sédatifs et les anesthésiques locaux ont une durée

d'action ou de soulagement limitée comparativement à la durée de la douleur ressentie par les bovins à la suite des interventions courantes (Meléndez et coll., 2025).

2.2.3 Importance des vétérinaires

Il existe des outils et des stratégies pour gérer la douleur de courte et de longue durée associée à de nombreuses interventions et troubles de santé indiqués ci-dessous. Comme vous le verrez dans les prochaines sections, des protocoles et des médicaments ont été préparés à partir de données probantes afin de soulager la douleur, mais du travail reste à faire pour en favoriser la mise en œuvre et l'adoption à grande échelle par le secteur canadien de l'élevage des bovins (BCRC, 2024). La participation des vétérinaires est essentielle pour garantir l'utilisation appropriée de ces outils et protocoles, fournir une expertise en matière de stratégies de gestion de la douleur et promouvoir les pratiques de bien-être animal. Les vétérinaires veillent à l'utilisation de produits indiqués et homologués pour les espèces destinées à l'alimentation.

2.2.4 Portée

Le document « Code de pratiques recommandées pour le soin et la manipulation des bovins de boucherie : Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires » comporte une revue des connaissances scientifiques sur les interventions douloureuses (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012), qui s'attarde à l'écornage, à la castration et au marquage. Le présent rapport décrit les découvertes réalisées depuis 2012 en lien avec ces interventions ainsi que la dystocie et l'assistance au vêlage, la castration des femelles et les troubles de santé douloureux.

2.3 Dystocie et assistance au vêlage

Conclusions :

- 1. La dystocie provoque de la douleur et un traumatisme des tissus mous des vaches, ce qui conduit souvent à des blessures musculosquelettiques, des lésions nerveuses et un risque accru d'infections utérines.**
- 2. Chez les veaux, la dystocie génère aussi de la douleur et un traumatisme des tissus mous, qui se manifestent par une vigueur moindre, un retard de la capacité à se tenir debout, des blessures musculosquelettiques, de l'hypoxie et un risque accru de maladie et de mortalité.**
- 3. L'administration de certains AINS après le vêlage peut améliorer le confort de la vache, la production de lait et la fonction reproductive. Le méloxicam montre des avantages constants; la flunixin méglumine est quant à elle associée à des effets négatifs, comme la rétention du placenta et une réduction de la production de lait.**
- 4. Le soulagement de la douleur chez les veaux après la naissance, notamment à l'aide d'AINS tels que le méloxicam et le kétoprofène, améliore les indicateurs de bien-être (il stimule l'activité et le jeu), mais les effets sur la croissance et la santé à long terme étant variables, il ne faut pas avoir d'attentes en ce sens.**

5. Les prochaines recherches devraient s'intéresser au moment choisi et la dose d'AINS administrée à la vache et au veau, évaluer l'efficacité des différents types d'AINS, explorer leurs effets à long terme sur la productivité, et établir les stratégies d'atténuation de la douleur utiles dans une exploitation vache-veau.

La dystocie – une mise bas laborieuse due à un vêlage spontané et prolongé ou une extraction assistée difficile/prolongée (Mee, 2004) – diffère d'un vêlage assisté, qui désigne toute forme d'assistance au vêlage, où il n'y a pas systématiquement une dystocie (Mee, 2008). Ces deux situations prévalent dans l'industrie canadienne du bœuf. Une étude de 203 exploitations vache-veau a révélé que durant la saison de mise bas de 2002, 8,9 % des vêlages ont nécessité une assistance, et 3,7 % ont été qualifiés de dystocie grave (Waldner, 2014). Une étude plus récente menée auprès de 97 exploitations vache-veau dans l'Ouest canadien fait état d'une prévalence moyenne de vêlages assistés à l'échelle du troupeau de 4,9 %, dont 13,5 % de taures et 3,2 % de vaches (Pearson et coll., 2019a). Peu fréquentes, les césariennes touchaient 0,2 % des vêlages (0,7 % des taures; 0,15 % des vaches). De plus, dans la même étude, la plupart des producteurs et productrices ont dit avoir assisté au moins une taure (95,7 %; 89/93) ou une vache (89,6 %; 86/96) au cours de l'année de vêlage 2016. Les données issues de 562 registres de troupeaux collectées dans l'Ouest et l'Est du Canada entre 2019 et 2022 montrent que 7,4 % des vêlages ont nécessité une assistance; les vêlages faciles, difficiles et les césariennes représentant respectivement 4,7 %, 2,8 % et 0,2 % des cas (Waldner et coll., 2024). Ces études font ressortir la prévalence des vêlages assistés et de la dystocie dans les troupeaux de bovins au Canada.

La dystocie et l'assistance au vêlage ont une incidence considérable sur la santé et le bien-être des vaches et des veaux. Les veaux nés d'un vêlage difficile ou prolongé affichent souvent une vigueur moindre, un retard à se lever et à marcher, une hypoxie prolongée, une acidémie et des blessures squelettiques (Barrier et coll., 2012a; Murray et coll., 2016; Pearson et coll., 2019d; Homerosky et coll., 2017a). Ces problèmes peuvent nuire à l'absorption du colostrum et au transfert de l'immunité passive (Homerosky et coll., 2017b), et ainsi augmenter le risque de maladie et de décès (Barrier et coll., 2013; Murray et coll., 2016; Pearson et coll., 2019d). Une élévation du taux de créatine kinase, qui révèle un traumatisme des tissus mous, a également été observée chez les veaux nés dans ces conditions (Pearson et coll., 2019d). Les blessures telles que les fractures des côtes, signalées chez 6 % des veaux laitiers avant le sevrage dans une étude, sont souvent associées à des vêlages difficiles (Ollivett et coll., 2018).

Chez les vaches, la dystocie provoque de la douleur et un traumatisme majeur; elle génère souvent des blessures musculosquelettiques, des lésions nerveuses et un plus grand risque d'infection utérine, comme une métrite (Mee, 2008). Elle comporte un risque élevé d'euthanasie, comme l'ont démontré Sewalem et coll. (2008). Ces derniers ont constaté que les vaches Holstein requérant une traction intense ou une chirurgie pendant le vêlage risquaient respectivement 1,27 et 1,92 fois plus l'euthanasie que les vaches non assistées. Selon Lucio et coll. (2024a), l'assistance réduit les profits de 151,32 \$ CAN par taure en comparaison avec les taures qui vêlent sans assistance; chez les vaches, le vêlage assisté réduit les profits de 187,18 \$ CAN comparativement aux vaches non assistées. De plus, les vaches en douleur après le vêlage adoptent parfois des comportements différents – activité réduite, positions allongées anormales et diminution du toilettage (Barrier et coll., 2012b). Cela peut être attribué à la force utilisée pour sortir le veau au moment du vêlage; Pearson et coll. (2020) constatent que l'assistance au vêlage provoque une force de 380,6 kg par minute. La dystocie est aussi

considérée comme étant douloureuse dans les exploitations canadiennes; 89 % des producteurs et productrices vache-veau canadiens interrogés lors d'une étude ont convenu que ce vêlage est douloureux si aucun antidouleur n'est administré (Moggy et coll., 2017). Globalement, ces résultats mettent en lumière la douleur et les traumatismes associés à la dystocie et à l'assistance au vêlage.

2.3.1 Stratégies d'atténuation de la douleur pour la dystocie et l'assistance au vêlage

Il y a une panoplie d'options pour gérer la douleur associée au vêlage. Les anesthésiques locaux sont employés pour réduire la sensation d'une zone spécifique et servent principalement à soulager la douleur pendant une intervention chirurgicale comme une césarienne (Stock et Coetzee, 2015). Ils sont aussi administrés lors d'une épidurale, mais leurs effets lors d'une dystocie ne sont pas bien étudiés. Les AINS sont couramment utilisés et étudiés pour leur capacité à réduire la douleur causée par l'inflammation associée au vêlage.

Selon une étude menée auprès d'exploitations vache-veau de l'Ouest canadien, 44,8 % et 44,7 % des exploitations administraient un AINS à la majorité des vaches et des veaux, respectivement, après un vêlage difficile (Pearson et coll., 2019a). Une analgésie péridurale par lidocaïne était rarement administrée – 2,1 % des personnes sondées ont indiqué y avoir eu recours lors de vêlage difficile. Une autre étude menée en 2014 auprès de 109 exploitations vache-veau de l'Ouest canadien a montré un recours aux stratégies d'atténuation de la douleur dans 46 % des cas de dystocie et 100 % des cas de césarienne (Moggy et coll., 2017).

2.3.1.1 Atténuation de la douleur due au vêlage chez les vaches

La recherche sur l'atténuation de la douleur chez les vaches a mis en évidence les avantages d'administrer des AINS comme le méloxicam, le kétoprofène et l'acide acétylsalicylique après le vêlage pour accroître le confort, la production de lait et la fonction reproductive.

Vaches de boucherie. Il y a peu de recherches sur le soulagement de la douleur due au vêlage chez les vaches de boucherie. Lucio et coll. (2024b) ont étudié 23 naissances assistées et n'ont décelé aucune différence comportementale entre les vaches qui ont reçu du méloxicam et celles à qui l'on a administré un placebo. En revanche, les études qui se sont intéressées aux césariennes chez les vaches de boucherie ont vu que l'administration de méloxicam réduit parfois les indicateurs de douleur. Barrier et coll. (2014) ont constaté que les vaches ayant reçu du méloxicam s'allongeaient plus fréquemment et plus longtemps dans les 24 heures suivant la chirurgie, signe d'un confort. Mauffré et coll. (2021) ont également fait état d'effets positifs comme un taux de fertilité élevé, un intervalle court entre les vêlages et une tendance à la baisse du taux d'euthanasie des taures charolaises à qui l'on a administré du méloxicam pendant la césarienne. Enfin, Guatteo et coll. (2022) ont fait le constat que l'administration de méloxicam avant la césarienne augmentait le transfert immunitaire passif chez les veaux, surtout de mères multipares, sans affecter la qualité du colostrum ou le temps avant la première tétée, ce qui fait ressortir les avantages potentiels pour la survie du veau.

Vaches laitières. Chez les vaches laitières, les effets des AINS – le méloxicam surtout – sur le bien-être en post-partum et la production ont été grandement étudiés. Newby et coll. (2013) constatent que l'administration de méloxicam 24 heures après un vêlage assisté augmente le

temps de tétée et les visites à la mangeoire, mais n'affecte pas la production de lait ou la santé. De même, Mainau et coll. (2014) ont observé plus d'activité après le vêlage chez les taures ayant reçu du méloxicam par rapport aux autres, signe d'un confort accru. Swartz et coll. (2018) ont observé une hausse de la production; l'administration de méloxicam avant le vêlage augmentait la production de lait chez les vaches non assistées et améliorait la production de matière grasse laitière, de protéine et de lactose, indépendamment du niveau de difficulté du vêlage. Shock et coll. (2018) ont aussi constaté une hausse de la productivité dans une étude de 2 653 vaches appartenant à 20 troupeaux canadiens; ils ont trouvé que les vaches ayant reçu un traitement de méloxicam voyaient leur production de lait augmenter, expérimentaient moins de mammite subclinique et affichaient un taux d'euthanasie dans les 60 jours suivant la mise bas plus faible. Des résultats similaires se sont dégagés d'une étude menée par Carpenter et coll. (2016), où ils comparaient les effets du salicylate de sodium, du méloxicam, et d'un placebo au vêlage. Chaque AINS améliorait la production de lait et de protéine, en plus de générer d'autres bienfaits métaboliques, y compris une baisse de l'acide bêta-hydroxybutyrique chez les vaches ayant reçu du salicylate de sodium et un taux glycémique plus élevé chez les vaches ayant reçu du méloxicam.

Les autres AINS ont aussi été étudiés. Gladden et coll. (2021) ont administré du kétoprofène dans les trois heures suivant le vêlage à 72 vaches Holstein. Ils ont constaté une diminution du décubitus latéral et une augmentation des comportements associés à plus d'aisance. De même, Stilwell et coll. (2014) ont constaté que l'administration de carprofène dans les six heures suivant le vêlage améliore la prise alimentaire et augmente la production laitière sur 305 jours des vaches de première lactation, même s'il retarde la reproduction et réduit les taux de gestation à 220 jours après la mise bas. Barragan et coll. (2020) ont évalué l'incidence d'un traitement oral par l'acide acétylsalicylique après le vêlage sur les biomarqueurs inflammatoires, nociceptifs et liés au stress (haptoglobine, substance P et cortisol) chez 152 vaches laitières appartenant à 3 troupeaux biologiques. Les principaux constats étaient que le traitement par acide acétylsalicylique réduisait les niveaux d'haptoglobine chez les vaches multipares, mais que les difficultés de vêlage et la parité avaient eu une influence plus forte sur les niveaux de biomarqueurs, quel que soit le traitement.

Contrairement aux autres AINS, la flunixin méglumine présente des effets négatifs. Newby et coll. (2017) rapportent qu'une administration avant la mise bas augmente le risque de mortinaissance, tandis qu'un traitement après la mise bas accroît les risques de rétention du placenta, d'une élévation de la température rectale, d'une faible production laitière et d'une métrite. On recommande donc d'éviter l'administration dans les 24 heures suivant la parturition, d'autant plus que l'administration du méloxicam dans l'heure suivant le vêlage n'a pas révélé d'effets aussi négatifs (Newby et coll., 2014).

Une seule étude s'est penchée sur l'effet de la dexaméthasone chez les vaches dystociques (Swartz et coll., 2023). Les vaches traitées présentaient une réduction de l'activité et de l'agitation et une augmentation du temps allongé, signe d'une réduction de l'inconfort. Cependant, ces vaches produisaient 2,7 kg par jour de moins de lait pendant le premier mois après la mise bas, un possible frein en production laitière.

Les AINS comme le méloxicam montrent certes des avantages constants pour le confort en post-partum, la production de lait et la fonction reproductive, mais le moment de l'administration et le

choix du médicament ne sont pas à négliger. Quant à la flunixin méglumine, elle a entraîné des conséquences négatives, et l'effet de la dexaméthasone sur la production mérite d'être examiné avec attention.

2.3.1.2 *Atténuation de la douleur due au vêlage chez les veaux*

Des études sur le soulagement de la douleur chez les veaux ont fait ressortir les avantages possibles de l'utilisation des AINS comme le méloxicam et le kétoprofène après le vêlage.

Veaux de boucherie. Pearson et coll. (2019b) se sont penchés sur les effets du méloxicam chez 33 veaux de boucherie ayant eu besoin d'assistance à la naissance. Les veaux ayant reçu du méloxicam présentaient un gain moyen quotidien plus élevé (+0,3 kg/jour) durant les sept à dix premiers jours de vie comparativement aux veaux ayant reçu le placebo. Cependant, le méloxicam n'a pas eu d'effet significatif sur la douleur physiologique et les marqueurs inflammatoires, la position debout et le comportement d'allaitement dans l'heure suivante, l'immunité passive, l'état de santé général ou le gain quotidien moyen jusqu'au sevrage. De même, Lucio et coll. (2024b) ont étudié la naissance de 23 veaux de boucherie ayant reçu du méloxicam ou un placebo. Même si le méloxicam n'a pas influencé l'attachement entre la vache et le veau, il a stimulé l'activité et le jeu chez le veau, signe révélateur de bien-être et d'une réduction de l'inconfort. Dans une cohorte plus grande, Pearson et coll. (2019c) ont étudié la naissance assistée de 230 veaux de boucherie, mais n'ont pas décelé d'effets significatifs du méloxicam sur les concentrations sériques IgG, la croissance, le risque du traitement des maladies ou la mortalité.

Veaux laitiers. Murray et coll. (2016) ont mené un essai randomisé à double insu auprès de veaux laitiers Holstein pour évaluer les effets de l'administration de méloxicam peu après la naissance du veau sur sa vigueur, sa santé et sa croissance. L'étude a révélé que le méloxicam améliore la vigueur, le réflexe de succion, la consommation de lait, et la santé pendant la période avant le sevrage. Parallèlement, Kovács et coll. (2022) se sont intéressés aux effets de l'administration du méloxicam tout de suite après la naissance sur la position debout de 180 veaux Holstein nés de mères eutociques ou dystociques. Selon l'étude, le méloxicam améliore la durée et la fréquence des périodes debout et la durée maximale de la position debout chez les veaux à faible vitalité, mais il n'a aucun effet sur les veaux à vitalité normale. Clark et coll. (2020) ont également étudié les effets du méloxicam sur les veaux nés sans assistance et avec assistance; cependant, il a été administré sous forme de comprimés avant l'alimentation au colostrum ou mélangé dans une solution avec un substitut de colostrum. Peu de différences ont été observées entre les groupes en ce qui concerne les concentrations d'IgG. Cependant, les veaux traités au méloxicam avaient tendance à consommer davantage d'aliments de démarrage et présentaient des taux de cétones plus élevés, ce qui laisse supposer un meilleur développement du rumen par rapport au groupe témoin. De plus, l'administration du méloxicam sous forme de pilule avait tendance à entraîner une prise de poids plus rapide et une glycémie plus basse que l'administration par le colostrum. Quant au kétoprofène, Gladden et coll. (2019) ont étudié son administration à 75 veaux Holstein à la naissance. Le kétoprofène stimulait le jeu chez les veaux dans les 48 heures suivant la naissance qu'ils aient été assistés ou non, ce qui donne à penser qu'il atténue l'inconfort néonatal.

Dans l'ensemble, ces études montrent que l'administration des AINS peut améliorer des indicateurs de bien-être particuliers, notamment l'activité et le jeu chez les veaux après le vêlage. On ne dégage en revanche pas de constance sur les effets sur l'état de santé et la croissance à long terme, quoique ceux-ci ne devraient peut-être pas être le premier objet d'intérêt pour ce type d'études. Il faudrait poursuivre les recherches afin d'optimiser les stratégies de gestion de la douleur chez les veaux nouveau-nés.

2.3.2 Recherches futures

La recherche future sur les bovins de boucherie devrait se concentrer sur le moment choisi et la dose d'anesthésique et d'analgésique, surtout pour les vêlages assistés, afin d'améliorer le confort de la vache, sa fonction reproductive, et la santé, le bien-être, la survie et la productivité du veau. De plus, il est nécessaire de développer de nouveaux modes d'administration afin de faciliter le soulagement de la douleur par les producteurs, les productrices et les vétérinaires. Des chercheurs et chercheuses auraient intérêt à détailler les effets à long terme de l'atténuation de la douleur sur la productivité et la rentabilité du troupeau afin de les faire valoir auprès des vétérinaires, des producteurs et des productrices qui n'y ont pas recours. Il faudrait aussi des évaluations comparatives des différents produits et de leur effet sur la mère et son petit dans des conditions de production bovine afin de guider les recommandations pratiques et fondées sur des données probantes.

2.4 Castration des femelles

Conclusions :

- 1. La castration, peu importe la méthode employée, cause beaucoup de douleur et de stress au bétail – la laparotomie latérale ayant des effets néfastes prolongés comparativement à l'ovariectomie de Willis.**
- 2. Les stratégies de gestion de la douleur – la combinaison d'AINS (ex. méloxicam) et d'un anesthésique ou d'un autre AINS – réduisent les comportements qui révèlent de la douleur et le stress physiologique suivant la castration, ce qui contribue au bien-être du bétail.**
- 3. Des solutions de rechange à la castration, comme la gestion améliorée de la reproduction, sont possibles et permettent de complètement éviter les interventions.**

Certaines femelles non destinées à la reproduction sont castrées afin d'éviter les gestations involontaires et d'atténuer les conséquences négatives d'une mise bas d'une taure dans un parc d'engraissement lorsque les autres options ne se prêtent pas au contexte (ex. en élevage en pâturage, il est difficile de limiter la reproduction). Ainsi, la castration permet de limiter les risques que des femelles vêlent dans le parc d'engraissement, ce qui peut entraîner des conséquences sur le bien-être animal. Cependant, les résultats de travaux de recherche scientifique donnent à croire que la castration présente souvent des avantages économiques limités. Les femelles castrées sans implant hormonal de croissance ont un gain moyen quotidien inférieur aux femelles non castrées sans implant hormonal de croissance (Pinner, 2006), alors que les femelles castrées auxquelles on a posé un implant obtiennent des résultats semblables aux

femelles fertiles ayant reçu un implant (Cain et coll., 1986; Popp et coll., 1997). Étant donné que la castration ne se fait pas sans douleur et qu'elle ne rehausse pas le rendement, son recours mérite une évaluation critique, particulièrement à la lumière des autres stratégies de gestion qui permettent de limiter les risques d'une gestation sans entraîner d'importantes préoccupations en matière de bien-être.

Parmi les méthodes de castration, notons la laparotomie latérale et l'ovariectomie par voie vaginale (Pinner, 2006). Même s'il y a peu de recherches à ce sujet, celles-ci provoquent chez les bovins beaucoup de douleur et de stress, peu importe la technique. McCosker et coll. (2010) ont étudié la morbidité et la mortalité des femelles brahman d'un an castrées à l'aide d'une ovariectomie par voie vaginale (soit l'ovariectomie de Willis) ou d'une laparotomie latérale comparativement à un groupe-témoin de femelles non castrées en contexte commercial. Les femelles castrées affichaient des comportements qui révélaient une douleur aiguë dans les six premières heures suivant l'intervention. Elles présentaient un poids et des gains nettement inférieurs au groupe-témoin à 21 et 42 jours, et leur cicatrisation latérale n'était pas complète dans 5 % des cas à 42 jours. Le taux de mortalité était de 0 % pour le groupe-témoin, 1,5 % le groupe ayant eu une ovariectomie de Willis, et 2,5 % pour les femelles ayant eu une laparotomie latérale (les décès des suites d'une ovariectomie de Willis sont survenus plus tard). Petherick et coll. (2011) ont comparé l'ovariectomie de Willis à la laparotomie latérale et ont trouvé des concentrations élevées de cortisol chez les femelles castrées par rapport au groupe-témoin ayant été soumis à une cage de contention. Les femelles ayant reçu une laparotomie latérale affichaient aussi un niveau d'haptoglobine élevé jusqu'à quatre jours après l'intervention. Petherick et coll. (2013) ont évalué les résultats en matière de bien-être des bovins castrés à l'aide d'une ovariectomie de Willis ou d'une laparotomie latérale, en comparant ces méthodes à des procédures témoins (contention physique ou insémination artificielle simulée). Les concentrations plasmatiques de cortisol étaient considérablement plus élevées chez les femelles castrées, peu importe la méthode durant les huit heures suivant l'intervention comparativement aux animaux assujettis aux procédures témoins. La laparotomie latérale était aussi associée à une élévation des niveaux de créatine kinase et d'aspartate aminotransférase, ce qui témoigne de lésions tissulaires substantielles. Elle a aussi exacerbé les réactions inflammatoires du bétail, lesquelles ont été mesurées par des niveaux d'haptoglobine plus prononcés et de plus longue durée. Sur le plan comportemental, peu importe la méthode de castration, le bétail castré passait plus de temps debout, la tête vers le sol et moins de temps à s'alimenter immédiatement après l'intervention que le groupe-témoin, ces effets se prolongeant chez les animaux castrés à l'aide d'une laparotomie latérale. Les différents traitements n'ont pas entraîné de changement de poids notable. On peut conclure à partir de ces études que la castration génère beaucoup de stress et de douleur pour le bétail, et la laparotomie latérale présente des effets nuisibles prolongés par rapport à l'ovariectomie de Willis. Ces résultats font ressortir la nécessité d'améliorer les stratégies de gestion de la douleur et de prendre en compte le bien-être animal lors de la castration, mais aussi d'explorer d'autres options possibles.

2.4.1 Stratégies d'atténuation de la douleur due à la castration de la femelle

Lauder et coll. (2020) ont étudié l'efficacité de la gestion de la douleur chez le bétail castré par une ovariectomie de Willis. Les femelles ayant reçu une combinaison de butorphanol, xylazine et kétamine (un protocole d'anesthésie à l'usage exclusif des vétérinaires) avant la castration, ainsi que du méloxicam par voie orale au moment de l'intervention, présentaient une plus faible

concentration salivaire de cortisol dans les deux heures suivant la castration et des taux d'haptoglobine réduits aux jours 2, 4 et 7 après l'intervention comparativement aux femelles castrées n'ayant pas reçu ce traitement. Parallèlement, Yu et coll. (2020) ont évalué l'incidence de l'administration de méloxicam après l'intervention et de l'application, lors de l'ovariectomie de Willis, d'un anesthésique topique avant la perforation de la paroi antérieure du vagin précédant l'ablation des ovaires. Des comportements révélant de la douleur – tels que le repli de la tête et la raideur de la queue – ont été observés dans tous les groupes castrés, mais étaient moins prononcés chez les femelles sous analgésie et anesthésique. Les femelles traitées passaient aussi plus de temps à ruminer et manger et moins de temps allongées ou le dos voûté, signe qu'elles n'étaient pas trop inconfortables. Globalement, ces dernières études mettent l'accent sur l'efficacité de l'analgésie multimodale pour atténuer, sans toutefois éliminer, la douleur associée à l'ovariectomie de Willis.

2.4.2 Recherches futures

Les futures recherches devraient se pencher sur l'optimisation des stratégies multimodales de gestion de la douleur induite par la castration (le choix du moment, de la dose et de la combinaison d'AINS, d'anesthésiques et d'autres analgésiques). Une chose est sûre, la castration entraîne de la douleur considérable et, étant donné qu'il existe actuellement peu de stratégies efficaces pour réduire la douleur, il est crucial de remettre en question la nécessité de cette intervention. Il convient d'explorer d'autres stratégies de gestion et d'en encourager l'adoption afin de prévenir les gestations non désirées ou de réduire le besoin de recourir à la castration, surtout compte tenu des considérations de bien-être et du peu de preuves des avantages de cette intervention sur la productivité à long terme dans un contexte commercial.

2.5 Ébourgeonnage et écornage

Conclusions :

- 1. L'ébourgeonnage et l'écornage sont des interventions douloureuses qui provoquent toute une série de stress et de changements comportementaux chez les veaux, et plus on attend pour réaliser l'écornage, plus il présente de risques pour la santé et le bien-être de l'animal.**
- 2. Les stratégies d'atténuation de la douleur – la combinaison d'anesthésiques locaux et d'AINS, par exemple – réduisent efficacement la douleur aiguë de l'intervention et persistante chez le bétail de tout âge.**
- 3. Au-delà des doses initiales d'anesthésiques locaux et d'AINS, un traitement supplémentaire de la douleur est nécessaire pour gérer efficacement la douleur chronique et l'inflammation.**
- 4. La sédation par la xylazine a un potentiel de réduire le stress immédiat durant l'ébourgeonnage en plus d'avoir un effet analgésique.**

- 5. Il faut que des recherches s'intéressent précisément aux veaux de boucherie pour évaluer les méthodes, optimiser le soulagement de la douleur, surtout la douleur chronique, et éclairer les meilleures pratiques d'ébourgeonnage et d'écornage dans la production bovine.**
- 6. Les races génétiquement sans cornes permettent d'éviter l'ébourgeonnage et l'écornage, et n'entraînent aucune conséquence sur la productivité.**

L'ébourgeonnage, c'est le retrait du bourgeon de la corne avant qu'il ne s'attache au crâne, alors que l'écornage consiste à retirer la corne une fois qu'elle émerge vers 2 à 3 mois (ACMV, 2022). On effectue ces interventions parce que l'on considère que le bétail corné pose un risque de blessures pour les humains et les autres animaux (Stock et coll., 2013). De plus, selon Lutz et coll. (2019), le bétail laitier à cornes manifeste plus d'agressivité sans contact et réussit à donner plus de coups de tête que le bovin écorné; il y a donc un risque accru de conflits et de blessures chez les bovins à cornes. Parmi les chercheurs et les chercheuses, certains estiment que les cornes peuvent présenter des avantages et que les risques qu'elles posent seraient induits par les espaces confinés où il y a une compétition accrue pour les ressources (Knierim et coll., 2015; Algra et coll., 2023), d'autres admettent qu'il y a des limites sur le plan économique et pratique d'adapter le logement afin de gérer le bétail à cornes dans des systèmes de production intensifs (Drwencke et coll., 2025b).

Comme il a été conclu dans la dernière Revue de la recherche scientifique sur les questions de bien-être prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012), peu importe l'âge de l'animal, l'ébourgeonnage et l'écornage lui causent de la douleur et du stress. Plus précisément, les animaux ayant été ébourgeonnés ou écornés présentent des niveaux élevés de cortisol, affichent un rythme cardiaque et une fréquence respiratoire plus élevés, cherchent l'isolement physique et visuel, adoptent des comportements révélateurs de la douleur (agitation de la queue, hochement de tête, tressautements d'oreilles, vocalisation, etc.) et ont une sensibilité accrue dans la zone de la blessure (Reedman et coll., 2022a). Même si les deux interventions sont douloureuses, l'ébourgeonnage est préférable à l'écornage puisqu'il est moins invasif et douloureux (Stafford et Mellor, 2005a, 2011).

Des recherches récentes sur les veaux laitiers ont mis en lumière des conséquences à long terme associées à l'ébourgeonnage et l'écornage. C'est le cas de l'étude d'Adcock et coll. (2023) qui a révélé que les veaux ayant subi une cautérisation thermique étaient moins actifs et rumaient moins durant les 11 jours suivant l'intervention, ils adoptaient une position de sommeil avec la tête baissée tout au long des trois semaines de l'étude et passaient plus de temps allongés au 17^e jour. De plus, Adcock et Tucker (2018), qui ont étudié les effets de la cautérisation thermique chez les jeunes veaux laitiers, ont découvert que les indicateurs de douleur sont encore présents 62 jours après l'intervention. Ainsi, malgré l'administration d'antidouleurs, les résultats des veaux laitiers soulèvent des inquiétudes sur les conséquences à long terme sur leur bien-être.

2.5.1 Races génétiquement sans cornes

L'industrie bovine canadienne a couramment recours à des races génétiquement sans cornes; 56 % des producteurs canadiens vache-veau ont déclaré avoir un troupeau composé à 90 % de génétique sans cornes (Moggy et coll., 2017). L'enquête de 2024 sur la production vache-veau a

révéla que la majorité (80,6 %) des personnes sondées avaient 75 % de veaux génétiquement sans cornes (BCRC, 2024). On craignait initialement que la génétique sans cornes entraîne une baisse de la production, mais les études ne montrent généralement aucune différence entre les races génétiquement sans cornes et les races de bovins à cornes (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012). Randhawa et coll. (2021) ont comparé les valeurs génétiques estimées comparées de 12 caractéristiques de production et de carcasse de 2,5 millions de bovins à cornes et sans cornes. Avant 2000, les animaux sans cornes présentaient des caractéristiques génétiques moins optimales (poids vif et de carcasse, production de lait et qualité de la viande). Cependant, entre 2000 et 2018, les races génétiquement sans cornes ont fait des gains considérables, ce qui a amélioré la majorité des caractéristiques et les valeurs génétiques des poids vifs et de carcasse, même si le poids à la naissance est un peu faible chez certaines races. Ainsi, la sélection récente des génotypes sans cornes n'a pas eu de conséquences sur les valeurs reproductives, ce qui estompe les inquiétudes liées à la productivité des animaux sans cornes.

2.5.2 Âge de l'animal

À mesure qu'un veau grandit, ses cornes se développent et viennent se souder à son crâne, alors il faut opter pour l'écornage (plutôt que l'ébourgeonnage) et choisir soigneusement la méthode (voir la section 2.5.3). La précédente Revue de la recherche scientifique sur les questions de bien-être prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a souligné le peu de recherches menées sur l'impact de l'âge au moment de l'écornage ou de l'ébourgeonnage; cependant, les quelques études disponibles ont clairement montré que l'ébourgeonnage pratiqué sur de jeunes veaux (< 7 mois) entraînait généralement une cicatrisation plus rapide que chez les veaux plus âgés. Depuis, peu d'études se sont penchées sur le sujet, et celles qui l'ont fait se sont surtout intéressées aux veaux laitiers de moins de 35 jours. Adcock et Tucker (2018) ont comparé la cautérisation thermique chez les veaux de 3 à 35 jours, ne révélant aucune différence dans le temps de cicatrisation ou le gain de poids entre les groupes. Cependant, l'ébourgeonnage de veaux de 3 jours entraînait une hausse de la sensibilité généralisée à la douleur à 28, 42 et 56 jours après l'intervention, indice d'une réaction accrue dans la durée lors d'un ébourgeonnage précoce. Mirra et coll. (2018) ont découvert que la cautérisation thermique réalisée à 1 ou 4 semaines entraînait une hausse comparable des scores de sensibilité tactile et à la douleur, les deux groupes éprouvant une douleur aiguë et une sensibilité périphérique. Plus particulièrement, les veaux ayant subi cette intervention à 4 semaines présentaient des seuils de douleur à la pression plus faibles, ce qui donne à penser qu'ils éprouvaient une douleur localisée plus intense que ceux ayant subi l'ébourgeonnage à 1 semaine, même si leurs indicateurs physiologiques ou comportementaux ne présentaient pas de différence. Ces résultats mettent en lumière la complexité de choisir le bon moment pour procéder à l'ébourgeonnage, puisqu'une intervention précoce peut réduire certaines réactions à la douleur, mais provoque tout de même une douleur considérable et une sensibilisation; l'ébourgeonnage précoce comporte donc lui aussi des préoccupations liées au bien-être.

2.5.3 Méthode d'ébourgeonnage et d'écornage

Il existe plusieurs méthodes d'ébourgeonnage et d'écornage. Dans 109 exploitations vache-veau canadiennes, c'est la méthode chimique (pâte caustique) d'ébourgeonnage qui était le plus souvent employée (51 %) lorsque le veau avait moins d'une semaine, suivie par la cautérisation thermique (23 %) chez les veaux de 1 semaine à 3 mois, puis l'ébourgeonnage chirurgical (14 %)

chez les veaux de 1 semaine à 3 mois (Moggy et coll., 2017). Selon l'étude la plus récente sur l'industrie vache-veau, la pâte chimique est la méthode la plus souvent employée par les producteurs (34 %), suivie par l'ébourgeonnage électrique (25,6 %), l'ébourgeonnage chirurgical (cuillères, scies, fils, clés ou guillotines) (26,3 %) et d'autres méthodes (fer brûlant, gouge et brûlure ou couteau) (13,7 %). À peine 0,4 % des personnes sondées ont dit ne pas procéder à l'ébourgeonnage de leur troupeau (BCRC, 2024). Il importe de noter que très peu d'études ont effectué des comparaisons directes entre ces méthodes; celles qui l'ont fait se sont le plus souvent intéressées aux veaux laitiers. Il n'en demeure pas moins que l'ébourgeonnage est privilégié à l'écornage (ACMV, 2022), puisqu'il provoque moins de traumatismes des tissus, de risques de sinusites, d'hémorragies, d'infestation de mouches et d'infection (Stafford et Mellor, 2011).

2.5.3.1 Pâte caustique et cautérisation thermique

Newby et coll. (2016) ont comparé les comportements et la cicatrisation à la suite des trois méthodes d'ébourgeonnage des veaux laitiers âgés de 1 à 15 jours : la pâte caustique, le crayon caustique et le fer chaud appliqué avec de la lidocaïne afin d'insensibiliser le nerf de la corne. Les veaux ayant reçu un ébourgeonnage avec pâte caustique approchaient plus vite un humain aux jours 1 et 7 après l'intervention. La cautérisation thermique causait de plus petites cicatrices et était plus susceptible de présenter des signes d'infection (ex. rougeur, écoulement purulent et formation d'une croûte) 3 semaines après comparativement aux méthodes chimiques (pâte caustique). Le gain de poids et la repousse des cornes à six semaines et six mois étaient similaires, peu importe les méthodes. Notons que les taux d'infection découlant de l'ébourgeonnage chimique par rapport à la cautérisation thermique rapportés par Newby et coll. en 2016 étaient très faibles et que, par conséquent, aucune conclusion ni recommandation ne peuvent être formulées sur la base de cette comparaison. De plus, une étude évaluant l'efficacité de nouvelles méthodes d'ébourgeonnage chez les veaux laitiers a révélé que le risque d'infection n'était pas le même pour toutes les méthodes thermiques évaluées. Par exemple, un pourcentage deux fois plus élevé des bourgeons laissés en place se sont infectés par rapport aux bourgeons retirés; ainsi, la technique utilisée est également importante pour gérer l'infection (Sutherland et coll., 2019). Drwencke et coll. (2023) ont constaté un allongement de la période de cicatrisation à une moyenne de 18,8 semaines des veaux Jersey et Holstein ébourgeonnés à 3 jours avec la méthode chimique, contre de 7 à 9 semaines typiquement pour le traitement thermique. Les plaies étaient également plus sensibles que les bourgeons de cornes intacts pendant au moins 6 semaines; l'utilisation de la pâte caustique augmente donc la durée de cicatrisation ainsi que la sensibilité. De même, Drwencke et coll. (2025b) ont constaté que la taille et la profondeur de la plaie étaient supérieures à la suite du traitement chimique par rapport au traitement thermique, et que la cicatrisation était deux fois plus longue (soit de 17 à 18 semaines pour le traitement chimique, contre 10 semaines pour le traitement thermique). Cui et coll. (2024) ont aussi comparé le traitement chimique et thermique; les deux groupes présentaient une hausse des comportements révélant de la douleur après l'intervention, mais la fréquence de ces comportements était plus élevée chez le groupe traité chimiquement par rapport au second. De plus, les veaux ayant subi le traitement chimique présentaient une concentration sanguine d'haptoglobine supérieure (un biomarqueur d'inflammation), par rapport à l'autre groupe 48 heures après l'ébourgeonnage.

La dose et le rasage préalable de la zone avaient une incidence sur le comportement du veau, la cicatrisation de la plaie et l'efficacité de l'intervention. Les veaux dont on a rasé la zone du bourgeon cornual avant l'application ont eu plus tendance à se frotter et donc à déplacer la pâte que les veaux non rasés, et 30 % de tous les veaux finissaient par étendre de la pâte sur leur corps ou dans leur milieu environnant (Drwencke et coll., 2025a). Dans cette étude, l'application d'une petite dose (0,2 ml) sur les bourgeons non rasés favorisait une ré-épithélialisation plus rapide qu'une grosse dose (0,3 ml) appliquée sur un bourgeon rasé; cependant, le risque d'une repousse des cornes était plus grand lorsqu'on appliquait une dose de 0,2 ml au groupe non rasé (8 %) comparativement au groupe rasé ayant reçu une dose de 0,2 ml (0 %), au groupe non rasé ayant reçu 0,3 ml (0 %) et au groupe rasé ayant reçu 0,3 ml (2 %).

Ces études démontrent les avantages et inconvénients des méthodes d'ébourgeonnage thermique et chimique, la seconde retardant la cicatrisation et entraînant davantage de sensibilité à la douleur sur une période prolongée, et la première présentant parfois un risque plus élevé d'infection malgré la cicatrisation plus rapide.

2.5.3.2 *Fer d'ébourgeonnage*

Adcock et coll. (2019) ont étudié des veaux de 4 à 10 jours, comparant la cicatrisation de la plaie découlant de l'ébourgeonnement à l'aide de l'appareil électrique Rhinehart X50A et de la torche au butane Portasol. Dans les deux cas, la plaie mettait 7 à 8 semaines à guérir, mais l'appareil Rhinehart a entraîné un maintien en place prolongé des tissus nécrosés détachés et une disparition plus rapide des tissus de granulation. C'est possiblement attribuable à la zone plus grande que touche le fer Rhinehart, ce qui cause une blessure plus grave. Malgré ces différences, la durée de ré-épithélialisation était similaire. À partir de ces données, Thomsen et coll. (2021) se sont intéressés à l'incidence de la taille du fer et du moment de l'anesthésie sur le comportement des veaux âgés de 1 à 15 jours lors de l'ébourgeonnage par cautérisation. Ils ont trouvé que le fer de grande taille entraînait 2,3 fois plus de réactions (passage à la position debout, ruade, soulèvement de la tête) que le fer de petite taille. L'intervalle entre l'administration d'une anesthésie locale et l'ébourgeonnage (de 2 à 35 minutes) n'influçait pas la réaction comportementale. Oscillant autour de 13,8 mm à 15,1 mm, la taille du bourgeon de corne des veaux de race bovine était bien plus grande chez les veaux de 4 à 8 semaines par rapport aux veaux de 2 à 4 semaines, et chez les mâles par rapport aux femelles (Marquette et coll., 2021). Cependant, l'âge n'était pas un bon moyen pour prédire la taille du bourgeon de corne, alors l'équipe de recherche déconseille de s'appuyer seulement sur l'âge pour décider de la taille du fer à employer. Dans l'intervention, il faut chercher à éviter de créer des dommages excessifs en ne ciblant que les tissus cornuaux (Dewencke et coll., 2025b). Globalement, ces études mettent en exergue l'incidence de la taille du fer sur la réaction des veaux à l'ébourgeonnage, ce qui donne à penser que les fers de petite taille réduisent les indicateurs comportementaux de la douleur et améliorent la cicatrisation des plaies.

2.5.3.3 *Écornage chez les bovins plus âgés*

Une étude s'est penchée sur diverses méthodes d'écornage utilisées lors de l'accueil de nouveau bétail dans un parc d'engraissement (Neely et coll., 2014). Il était question de la douleur, du comportement et de la cicatrisation de la plaie de 40 bovins écornés à l'aide de bandes élastiques, par retrait mécanique avec l'appareil Keystone ou par retrait de la pointe de la corne à l'aide

d'une scie (coupe perpendiculaire à un diamètre de 3,17 cm sur l'axe longitudinal de la corne). L'écornage mécanique est la méthode qui a provoqué le plus de vocalisation, ce qui témoigne d'une douleur aiguë, alors que le bandage a entraîné un inconfort prolongé et a retardé le rétablissement, entraînant des niveaux plus élevés de posture, de position allongée et de cicatrisation de la plaie). Le retrait de la pointe de la corne causait moins de détresse, comparativement aux autres méthodes d'écornage. L'étude a conclu que l'écornage mécanique entraînait une douleur aiguë et que les bandes élastiques menaient à un inconfort prolongé et une cicatrisation lente, tandis que le retrait de la pointe de la corne entraînait moins de signes de détresse. Un bémol doit être apporté à la dernière intervention qui, puisqu'elle est moins permanente que les deux premières, ne permet pas de retirer toutes les cellules productrices de la corne, lesquelles peuvent repousser et requérir une autre intervention.

2.5.4 Stratégies d'atténuation de la douleur induite par l'ébourgeonnage et l'écornage

Comme nous l'avons précédemment démontré, l'écornage et l'ébourgeonnage sont des interventions douloureuses. Les exploitations vache-veau de l'Ouest canadien reconnaissent aussi le caractère douloureux de cette pratique; 84 % conviennent que l'écornage est douloureux sans gestion de la douleur; cependant, moins de 15 % des producteurs et productrices qui écornent les veaux traitent la douleur (Moggy et coll., 2017). En contexte commercial, l'atténuation de la douleur est plus courante depuis 2017, selon l'Enquête canadienne sur la production vache-veau (BCRC, 2024), qui a recueilli les données de 600 fermes dans 9 provinces. Parmi les exploitations qui pratiquent l'ébourgeonnage ou l'écornage des veaux, 47,3 % atténuent systématiquement la douleur, alors que 22,9 % décidaient en fonction de l'âge du veau et de la méthode employée. De plus, les vétérinaires admettaient que l'ébourgeonnage et l'écornage étaient douloureux; l'Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV, 2022) stipule que l'ébourgeonnage et l'écornage des bovins ne devraient pas se faire sans anesthésiques locaux et analgésie périoopératoire.

2.5.4.1 Combinaison d'une anesthésie locale et de médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens

Les données scientifiques sont claires : combiner un anesthésique local et un AINS lors de l'ébourgeonnage ou de l'écornage atténue la douleur associée à l'intervention et la douleur persistante. Plus précisément, Winder et coll. (2018) ont réalisé un examen systématique et une méta-analyse de 21 études afin d'évaluer l'incidence de l'administration d'une anesthésie locale et d'un AINS dans la gestion de la douleur associée à l'écornage chez les veaux laitiers et de boucheries de moins de 12 semaines. L'examen a conclu que l'anesthésie locale fournit un soulagement efficace à court terme, réduisant de manière considérable les concentrations plasmiqes de cortisol jusqu'à deux heures après l'ébourgeonnage, même si le niveau remontait quand même après quatre heures. L'association d'un AINS avec un analgésique local entraînait un soulagement prolongé de la douleur, atténuant le pic différé de cortisol, réduisant la sensibilité à la pression et diminuant les comportements révélant de la douleur dans les heures (3 à 6) suivant l'intervention. Même si les méthodologies de recherche étaient variées, les résultats appuient fortement l'utilisation combinée d'anesthésiques locaux et d'AINS pour gérer optimalement la douleur associée à l'ébourgeonnage par cautérisation.

Après la publication de la méta-analyse, d'autres études ont établi l'efficacité de cette stratégie d'atténuation pour réduire la douleur associée à l'ébourgeonnage et l'écornage, indépendamment de l'âge du veau et de la méthode employée. Chez des veaux Holstein de 1 à 9 jours ayant subi un ébourgeonnage à la pâte caustique, l'administration conjointe d'un anesthésique local (lidocaïne) et d'un analgésique systémique (méloxicam) a réduit les concentrations de cortisol sérique, la sensibilité à la pression précoce et l'inflammation comparativement à un seul des deux traitements ou aucun traitement (Reedman et coll., 2020). De plus, les concentrations de cortisol du groupe ayant reçu le traitement combiné se comparaient au groupe exposé à un traitement fictif; les concentrations d'haptoglobine avaient tendance à être plus faibles aux jours 3 et 4 après l'ébourgeonnage, ce qui met l'accent sur les bienfaits d'une approche multimodale de gestion de la douleur chez les jeunes veaux. Chez les veaux Holstein de 6 semaines à 6 mois, Qi et coll. (2024) ont trouvé qu'un traitement combiné de méloxicam et de lidocaïne lors de l'amputation des cornes réduisait considérablement les comportements révélant de la douleur, les réponses physiologiques au stress et les marqueurs inflammatoires tout en augmentant les seuils nociceptifs mécaniques comparativement à la lidocaïne seule. Park et coll. (2020) ont examiné l'effet de la lidocaïne et de la flunixinine méglumine sur le stress, l'inflammation et le comportement de veaux de sept mois pendant l'écornage chirurgical au moyen d'une gouge. Les veaux ayant reçu la combinaison de lidocaïne et de flunixinine méglumine hochaient moins la tête. Cela traduit une moins grande douleur, bien que les niveaux de cortisol et d'haptoglobine n'aient pas été touchés par le traitement.

Ainsi, ces résultats forment des données probantes fiables en faveur d'une approche multimodale combinant une anesthésie locale (ex. la lidocaïne) et une analgésie systémique (ex. AINS, comme le méloxicam ou la flunixinine méglumine) pour atténuer à la fois la douleur associée à l'intervention et la douleur persistante lors d'un ébourgeonnage ou d'un écornage en dépit de l'âge et des méthodes employées.

2.5.4.2 Types de médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens

Plusieurs études se sont penchées sur l'efficacité de l'association d'AINS avec une anesthésie locale pour gérer la douleur durant l'écornage et l'ébourgeonnage. Glynn et coll. (2013) ont comparé l'association d'un anesthésique local au méloxicam oral, à la gabapentine orale, à une combinaison de méloxicam et de gabapentine, à un traitement intraveineux de flunixinine par rapport à un placebo chez les veaux âgés de six mois. Tous les analgésiques ont amélioré le gain quotidien moyen et réduit les concentrations plasmiqes de la substance P, mais la flunixinine est la seule à avoir réduit le cortisol sérique, et le méloxicam a augmenté les seuils nociceptifs mécaniques, témoignant d'un soulagement de la douleur localisée. Gaab et coll. (2022) ont évalué la lidocaïne avec la flunixinine méglumine transdermique, la lidocaïne avec du méloxicam oral et la lidocaïne seule chez les veaux ébourgeonnés. Même si le comportement du bovin changeait et que le cortisol s'élevait après l'ébourgeonnage, il n'y avait pas de différence substantielle entre les traitements. Stock et coll. (2021) ont comparé l'administration orale de quatre AINS – le méloxicam, la flunixinine méglumine, le firocoxib et le carprofène – à des veaux de 50 jours lors de l'écornage par cautérisation; tous les bovins avaient préalablement reçu une anesthésie locale. Les veaux exposés au traitement placebo, lesquels n'ont reçu qu'un anesthésique local, ont affiché des concentrations de cortisol approximativement 25 % supérieures au cours des 24 premières heures comparativement aux veaux exposés au traitement de flunixinine méglumine, de méloxicam et de firocoxib. Les veaux ayant reçu de la flunixinine

présentaient des concentrations de cortisol réduites à 4 et 8 heures après l'écornage par rapport au groupe placebo. Le méloxicam a réduit la fréquence cardiaque et affecté marginalement les seuils nociceptifs, tandis que le carprofène était moins efficace, augmentant le cortisol et la température de la plaie. Une autre étude menée par Ede et coll. (2019) a examiné l'impact émotionnel de la douleur chez les veaux ébourgeonnés ayant reçu du méloxicam ou du kétoprofène en plus d'une anesthésie locale. Le méloxicam suscitait moins d'aversion chez les veaux au site d'ébourgeonnage que le kétoprofène, possiblement parce que le kétoprofène a une durée d'action plus courte. Enfin, Prior et coll. (2023) ont comparé une injection unique de méloxicam sous-cutané et un traitement oral de trois jours de salicylate de sodium chez des veaux de 35 jours ayant subi un ébourgeonnage par cautérisation. Aucune différence significative n'a été observée au niveau du comportement et de la croissance, ce qui indique que ces deux AINS ont des effets comparables. Dans l'ensemble, ces études démontrent qu'en dépit des différences d'efficacité des AINS, l'administration d'un AINS, peu importe lequel, était généralement préférable à l'absence de gestion de la douleur, soulevant l'importance d'intégrer les AINS aux protocoles de gestion de la douleur de l'ébourgeonnage et de l'écornage. Wagner et coll. (2021) ont effectué une revue systématique détaillée, mais aucunes conclusions générales n'ont été réalisées à partir de cette analyse outre le fait que d'autres recherches sont nécessaires.

2.5.4.3 *Sédation*

L'administration de la xylazine, un sédatif aux propriétés analgésiques, a déjà été étudiée chez les veaux laitiers et de boucherie. Caray et coll. (2015) ont évalué l'incidence de l'ébourgeonnage par cautérisation sur les veaux laitiers et de boucherie de 1 et 4 semaines et ont testé la sédation par xylazine combinée à du kétoprofène sans anesthésie locale. La xylazine combinée au kétoprofène atténuait les réactions immédiates au stress (élévation du cortisol salivaire et du rythme cardiaque), mais les réactions à la douleur ont persisté plus de deux heures après l'ébourgeonnage, les vocalisations se poursuivant jusqu'à sept heures après l'intervention, peu importe le traitement. Reedman et coll. (2021) ont aussi étudié le recours à la xylazine chez les veaux holsteins ainsi que la lidocaïne et le méloxicam. Les veaux sous sédation se débattaient moins pendant l'ébourgeonnage, ils présentaient une sensibilité inférieure à la douleur immédiatement après l'intervention, et ils étaient plus portés à jouer 24 heures plus tard. Or la sédation ralentissait la consommation de lait jusqu'à 48 heures durant et réduisait le jeu pendant les 3 premières heures. Les deux études montrent que la xylazine peut apaiser le stress immédiat et la sensibilité à la douleur, mais a un effet limité sur la douleur prolongée.

2.5.4.4 *Soulagement prolongé de la douleur après l'ébourgeonnage et l'écornage*

Pour intervenir sur la douleur prolongée associée à l'ébourgeonnage et l'écornage, des études ont exploré d'autres doses d'anesthésie locale ou d'AINS. Chez des veaux Holstein âgés de 18 à 25 jours, Reedman et coll. (2022b) ont évalué l'administration d'une première dose de méloxicam lors de l'intervention, d'une seconde dose de méloxicam trois jours après l'ébourgeonnage, puis de l'anesthésie d'un nerf par la lidocaïne. Les veaux à qui on a administré deux doses affichaient un retard de cicatrisation, un diamètre de plaie supérieur et une ré-épithélialisation ralentie comparativement aux veaux n'ayant reçu qu'une seule dose qui affichaient généralement une sensibilité nociceptive mécanique réduite aux jours 7, 10 et 17 et passaient moins de temps allongés la semaine suivant l'ébourgeonnage, signe d'un soulagement accru de la douleur. Adcock et coll. (2020) ont examiné les effets de l'administration de

lidocaïne 11 jours après l'ébourgeonnage sur le comportement. Les veaux ayant reçu de la lidocaïne affichaient moins de hochement de tête et de tressautements d'oreilles – ce qui témoigne d'une douleur réduite –, et se grattaient davantage la tête, signe qu'ils protégeaient moins leur plaie. À mesure que l'effet de l'anesthésique s'estompait, les animaux recommençaient progressivement à faire des mouvements de tête et à se gratter, soulignant le retour de la sensibilité au niveau de la plaie. Récemment, une nouvelle formule de granules contenant 120 mg de méloxicam par kilogramme (la ration journalière de 1 kg de granules par veau contient une dose d'au moins 1 mg/kg de poids corporel de l'animal, administrée depuis la veille de l'écornage jusqu'au sixième jour après) a permis d'étudier la possibilité d'une administration prolongée d'AINS (Scerri et coll., 2025). Les veaux ayant reçu un traitement prolongé de méloxicam par voie orale (granules) présentaient moins d'inflammation au site de la plaie et plus de comportements sociaux que les veaux non traités; l'atténuation de la douleur était similaire à court terme avec la dose unique de méloxicam injectable, mais était moins efficace à long terme. Globalement, ces études démontrent que l'ajout de doses d'analgésiques peut procurer un soulagement prolongé de la douleur.

2.5.5 Recherches futures

Il serait pertinent que les prochaines recherches se concentrent sur des stratégies propres aux bovins de boucherie pour améliorer les pratiques d'ébourgeonnage et d'écornage et établir des mesures d'évaluation claires des indicateurs du bien-être et de la douleur. Compte tenu du nombre d'exploitations bovines utilisant la pâte caustique et la cautérisation, il pourrait être utile de comparer les méthodes afin de déterminer laquelle génère le moins de douleur. En outre, peu d'études ont comparé l'écornage des veaux selon leur âge; on connaît donc peu l'influence de l'âge et de la méthode employée sur la douleur et le bien-être. Il faudrait explorer davantage les stratégies de soulagement de la douleur, non seulement afin de préciser le bon moment pour administrer un AINS et la bonne dose, mais aussi afin de connaître le temps de latence, la demi-vie et la voie d'administration du médicament (orale, injectable ou transdermale). De plus, il importe de connaître l'effet combiné de la stratégie d'atténuation de la douleur et de la méthode d'écornage étant donné que certaines stratégies peuvent être plus efficaces selon le type de lésions tissulaires et le temps de cicatrisation. Ces études devraient également examiner les effets d'un stress de manipulation supérieur chez les veaux de boucherie par rapport aux veaux laitiers. Enfin, les recherches devraient chercher à cerner les obstacles à l'adoption de stratégies d'atténuation de la douleur par l'industrie, dimension essentielle à l'amélioration du bien-être animal à la ferme.

2.6 Castration

Conclusions :

- 1. La castration entraîne considérablement de douleur immédiate et prolongée, les indicateurs comportementaux et de sensibilité se prolongeant pendant des semaines ou des mois après l'intervention, peu importe l'âge du veau et la méthode employée, comme le démontrent les indicateurs physiologiques et comportementaux.**
- 2. Les jeunes veaux guérissent plus vite et éprouvent globalement moins de douleur et de détresse que les veaux plus âgés.**

- 3. La castration par bandes élastiques provoque moins de douleur immédiate que la chirurgie, mais engendre une enflure prolongée et une cicatrisation différée; la castration chirurgicale provoque une douleur aiguë, mais un rétablissement plus rapide.**
- 4. L'association d'anesthésiques locaux et d'AINS offre le soulagement le plus efficace contre la douleur, éliminant l'inconfort immédiat et prolongé des bovins de tout âge étudiés.**
- 5. Les effets des antidouleurs chez les nouveau-nés sont inégaux, et peu d'études s'y sont intéressées. Ces disparités peuvent être attribuables au fait que les profils physiologiques et comportementaux des veaux d'un très jeune âge (de 0 à 7 jours) sont modifiés par la parturition récente ou leurs systèmes endocriniens, digestifs et immunitaires immatures.**
- 6. La douleur associée à la castration au couteau est plus susceptible d'être évitée que celle causée par les bandes élastiques puisque les médicaments contre la douleur ont une action relativement brève.**

La castration est une intervention qui vise à prévenir les grossesses non désirées, réduire les comportements agressifs et le chevauchement et faciliter la manipulation, pour, ultimement, réduire les blessures et la viande à coupe sombre (Stafford et Mellor, 2005b; Marquette et coll., 2023). De plus, la viande des bouvillons est d'une très grande qualité, tendre et persillée. Malgré les avantages de la castration, il est clair que toutes les méthodes provoquent de la douleur comme l'a étudié la précédente Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) et plus récemment Coetzee (2013) et Marquette et coll. (2023). Plus précisément, la castration est associée avec les marqueurs de stress physiologiques, comme l'élévation du cortisol plasmique et du rythme cardiaque, et les réactions comportementales – évitement, vocalisations, changements de posture, etc. En outre, la castration peut aussi entraîner un gonflement du scrotum et peut être longue à cicatriser. Il est aussi important de noter que la plupart (72 %) des producteurs et productrices de bœufs de l'Ouest canadien admettaient que la castration est douloureuse si aucune stratégie d'atténuation de la douleur n'est appliquée (Moggy et coll., 2017); même si seulement 10 % des personnes sondées ont dit soulager la douleur de la castration. Des estimations plus récentes donnent à penser que la gestion de la douleur est aujourd'hui plus courante lors de la castration. Plus précisément, un sondage réalisé auprès de 600 producteurs et productrices dans 9 provinces a révélé que 26,2 % soulageaient systématiquement la douleur de la castration, et 20,4 % décidaient en fonction de l'âge du veau et de la méthode employée (BCRC, 2024). L'Enquête canadienne sur la production vache-veau (BCRC, 2024) montre que la castration se fait dans 84,5 % des cas avant 3 mois et que seulement 6,3 % des producteurs et productrices ont l'habitude de stériliser les taurillons âgés de plus de 6 mois. Une revue complète a été publiée par Meléndez et coll. (2025) à ce sujet.

2.6.1 Âge de l'animal

L'âge du veau à la castration influence sa réaction physiologique et comportementale, et son rendement. La dernière Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires

(Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a conclu que le traumatisme causé par la castration s'accroît proportionnellement à la croissance des testicules; ainsi, la castration guérit plus vite chez les jeunes veaux et cause globalement moins de douleur et de stress. En outre, le taux de croissance du bovin est moins affecté lorsque la castration est effectuée à un jeune âge. Les recherches plus récentes arrivent à des conclusions similaires.

Norring et coll. (2017) ont observé une cicatrisation plus rapide à la suite d'une castration chirurgicale chez les veaux de 0 à 8 jours par rapport à ceux de 69 à 80 jours, avec une cicatrisation médiane des plaies de 39 jours contre 61 jours. De plus, le gain de poids quotidien se rétablissait plus vite chez les veaux d'un plus jeune âge; cependant, ceux-ci présentaient aussi un gonflement plus important et une douleur localisée au début de la cicatrisation. Bergamasco et coll. (2021) ont aussi constaté des améliorations chez les jeunes veaux Holstein, où ceux castrés à moins de 6 semaines affichaient des concentrations de cortisol plus basses et un rétablissement plus rapide après la castration chirurgicale comparativement aux veaux de six mois. Les jeunes veaux affichaient une activité réduite du système nerveux autonome, une température oculaire plus basse et globalement moins de stress, ce qui met en valeur les avantages de la castration précoce pour atténuer les réactions physiologiques liées au stress.

Marquette et coll. (2021) ont évalué la castration de Burdizzo et ont signalé que l'intervention entraînait de faibles concentrations de cortisol et moins de comportements révélant de la douleur chez les veaux de 2,5 mois par rapport à ceux de 5 mois. On arrive à des résultats similaires avec la castration par bandes élastiques où les veaux stérilisés à 3 mois cicatrisent plus vite et affichent de meilleurs gains de poids vifs dans les 45 jours suivant la castration comparativement à ceux castrés à 6 mois (Petherick et coll., 2015). Or notons que les effets sur la croissance après la castration sont souvent dissimulés sur de longues périodes en raison d'une croissance compensatoire. Il convient donc de toujours interpréter ces résultats avec prudence lorsqu'ils sont utilisés comme indicateurs de douleur et d'inconfort.

En ce qui concerne le rendement et les caractéristiques de la carcasse, Marti et coll. (2017) n'ont pas décelé de différences dans le poids final, les gains quotidiens moyens ou l'efficacité alimentaire des veaux Holstein castrés à 3 ou 8 mois, même si une castration précoce concordait avec plus de gras intramusculaire et un meilleur rendement à l'abattage. Prado et coll. (2014) n'ont également signalé aucune différence de rendement ou de poids de la carcasse des veaux Holstein castrés à 15 jours ou à 5 mois, même si la castration tardive altérait la composition musculaire, ce qui augmente l'humidité et les acides gras polyinsaturés.

D'après ces études, la castration à un jeune âge a l'avantage par rapport à un âge plus avancé d'offrir une cicatrisation rapide, une faible réaction au cortisol et une croissance accrue après le rétablissement. Même si la castration précoce peut provoquer un gonflement à court terme, c'est celle-ci qui entraîne un stress physiologique et comportemental minime, ce qui donne à penser qu'il s'agit de l'option préférable sur le plan du bien-être et de la production.

2.6.2 Méthode de castration

Au Canada, la castration par bande élastique et la castration chirurgicale prévalent. Moggy et coll. (2017) ont interrogé 109 producteurs de l'Ouest canadien et ont constaté que sur les 10 893 veaux, 53 % avaient eu une castration par bande élastique à moins d'une semaine de leur

naissance, 26 % ont eu une castration chirurgicale à l'âge d'une semaine à 3 mois, et 15 % ont eu une castration par bande élastique dans la même tranche d'âge. L'Enquête canadienne sur la production vache-veau (BCRC, 2024) a révélé que 80,2 % optaient pour la castration par bande élastique, 18,3 % aux méthodes chirurgicales (lame ou scalpel) et 1,2 % aux pinces ou à la méthode Burdizzo.

La castration au couteau et la castration par bande élastique ont été comparées, et les effets aigus et chroniques différaient grandement, notamment les schémas de douleur, de stress et de rétablissement.

Meléndez et coll. (2017a) se sont intéressés à la douleur aiguë chez les veaux de boucherie castrés à l'aide de différentes méthodes à une semaine, 2 mois et 4 mois. Comparativement à la castration par bande élastique, la castration au couteau provoquait une plus grande réaction immédiate à la douleur, les veaux d'une semaine présentant une agitation de la queue pendant 2 à 4 heures après l'intervention. Chez les veaux de 2 mois, la castration au couteau entraînait une élévation du cortisol, une diminution du temps passé en position couchée et à manger et une augmentation du temps passé debout et à marcher. En comparaison, la castration par bande élastique provoquait moins d'inconfort immédiat. Chez les veaux de 4 mois, la castration par bande élastique élevait davantage les concentrations en cortisol – signe d'un stress prolongé – par rapport à la castration au couteau. Marti et coll. (2017) ont étudié cette même cohorte de veaux et n'ont pas décelé de différences dans les marqueurs de douleur chronique; néanmoins, le gonflement et l'inflammation étaient prolongés chez les veaux ayant eu une castration par bande élastique, surtout chez les bovins âgés.

D'autres études ont corroboré ces résultats. Meléndez et coll. (2018a) ont montré que, comparativement à la castration par bande élastique, la castration au couteau de veaux de boucherie d'une semaine causait plus de douleur aiguë, élevant les concentrations de cortisol et de sérum amyloïde A (SAA). Étudiant la même cohorte, Marti et coll. (2018) ont rapporté une cicatrisation plus rapide chez les veaux castrés au couteau où le gonflement s'est résorbé plus rapidement, alors que la castration par bande élastique entraînait une enflure prolongée. Les veaux castrés au couteau affichaient des concentrations inférieures de sérum amyloïde A du jour 7 à 35 par rapport aux veaux castrés par bande élastique, signe d'une réaction inflammatoire réduite. Lors de la castration, lorsque l'équipe de recherche a évalué l'incidence de l'administration de méloxicam par injection sous-cutanée aux veaux, elle a vu que les concentrations de cortisol dans les poils étaient les plus élevées au jour 56 chez les veaux castrés par bande élastique non médicamentés, par rapport aux veaux castrés par bande élastique ayant reçu un médicament et aux groupes castrés au couteau, médicamentés ou non. D'après Gellatly et coll. (2021), la castration au couteau entraînait, chez les veaux de boucherie de 2 mois, une douleur aiguë et intense, et plus de temps, dans les 11 premières heures, debout, en marche, à agiter la queue, à piétiner. Elle a aussi entraîné une sensibilité à la douleur du jour 6 à 34, alors que la castration par bande élastique a entraîné une sensibilité prolongée jusqu'au jour 62, le gonflement ayant persisté jusqu'à 34 jours.

Chez les veaux plus âgés, on observe des tendances similaires. Nordi et coll. (2019) ont fait état d'une élévation prolongée du cortisol et d'une augmentation des scores de douleur chez les veaux castrés au couteau par rapport aux veaux de boucherie de 6 mois castrés par bande élastique. Avec la castration au couteau, les veaux mangeaient plus longtemps et affichaient

une température scrotale plus élevée – signe d’un inconfort –, alors que la castration par bande élastique provoquait une réaction modérée au stress, le pic de cortisol arrivant plus tôt et se résorbant plus rapidement. Chez les veaux de boucherie de 7 mois, Moya et coll. (2014) ont constaté que la castration chirurgicale entraînait plus de douleur aiguë caractérisée par une élévation des niveaux de cortisol, des scores de douleur visuels analogiques plus élevés et des réductions significatives du gain moyen quotidien au cours de la semaine suivant l’intervention. La castration par bande élastique, quant à elle, causait une inflammation prolongée, la température scrotale atteignant un sommet vers la quatrième semaine et des réductions persistantes du gain moyen quotidien pendant les semaines 2, 3, 6 et 7. Enfin, Roberts et coll. (2015) ont examiné des bovins élevés en parc d’engraissement (d’environ 8 mois) ayant subi une castration chirurgicale ou par bande élastique. La castration chirurgicale a entraîné plus d’inflammation aiguë, caractérisée par des taux d’haptoglobine plus élevés et une augmentation des périodes debout immédiatement après l’intervention. De l’autre côté, la castration par bande élastique a entraîné chez les veaux des périodes prolongées en position couchée et davantage de marche, ce qui témoigne d’un inconfort prolongé. Bien que les bovins castrés chirurgicalement aient connu une baisse de leur gain moyen quotidien au cours de la première semaine, ils se sont rétablis plus rapidement, enregistrant à partir du 14^e jour un gain moyen quotidien supérieur aux bovins castrés par bande.

Le vaccin anti-GnRH offre une solution non chirurgicale pour les taureaux qui a prouvé sa capacité à supprimer la fonction testiculaire, réduisant ainsi les effets négatifs de la testostérone causés pendant le développement reproductif du mâle (Marti et coll., 2015). Cependant, Wang et coll. (2023) ont aussi fait état d’échecs de vaccination dus à une insensibilité aux antigènes chez certains animaux, ce qui bloque la réponse immunitaire ou amoindrit l’effet immunitaire. Ces facteurs, de même que le risque de piqûre accidentelle pour les travailleurs et travailleuses agricoles (Weese et Jack, 2008) et l’incertitude quant à l’attitude des consommateurs et consommatrices à l’égard de la viande provenant d’animaux castrés pharmacologiquement (Font-i-Furnols et coll., 2022), ont empêché l’essor de l’immunocastration à titre de solution aux procédures de castration invasives.

Ces études montrent que les méthodes de castration ont des effets aigus et chroniques très différents, avec des schémas distincts de douleur, de stress et de récupération observés à différents âges. La castration au couteau entraîne constamment plus de douleur aiguë et de stress, surtout chez les jeunes veaux, mais aussi un rétablissement plus rapide, à la fois de l’inflammation et du gonflement. En comparaison, la castration par bande élastique entraîne moins d’inconfort immédiat, mais génère des réactions inflammatoires différées et prolongées, les indicateurs de gonflement et de stress persistant pendant des semaines, surtout chez les veaux plus âgés. Ces résultats mettent en lumière les compromis impliqués par chaque méthode, insistant sur la nécessité de trouver un équilibre entre les préoccupations liées au bien-être et les considérations pratiques lors du choix d’une méthode de castration. Il importe de noter que la durée de la douleur et le moment où elle survient influencent également les stratégies de gestion de la douleur, car la douleur aiguë est souvent plus facile à soulager que la douleur chronique, en particulier chez les bovins de boucherie, que l’on peut difficilement manipuler fréquemment pour leur administrer des traitements itératifs.

2.6.3 Atténuation de la douleur causée par la castration

La littérature scientifique sur le soulagement de la douleur associée à la castration chez les bovins a récemment fait l'objet d'une revue par Nogues et coll. (2025). Leur méta-analyse montre que les veaux recevant une anesthésie locale combinée à un AINS voyaient leur cortisol sérique s'abaisser davantage dans les quatre heures suivant la castration chirurgicale par rapport au groupe-témoin. Du reste, l'équipe de recherche ne disposait pas de suffisamment d'information pour analyser d'autres formes de gestion de la douleur, de méthodes de castration ou de critères d'évaluation.

2.6.3.1 Anesthésie locale seulement

La précédente Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a constaté que l'anesthésie locale réduisait la douleur immédiate induite par la castration, sans cependant éliminer ni atténuer la douleur postopératoire. Des études récentes soutiennent ces constats. Webster et coll. (2013) ont découvert que les veaux Holstein-Friesian ayant reçu une anesthésie locale 20 minutes avant la castration chirurgicale présentaient une augmentation transitoire du cortisol, dont un second pic 120 minutes après l'injection. Ces veaux affichaient aussi davantage de comportements révélant de la douleur (rotation de la tête, position debout immobile et changements de posture) par rapport au groupe témoin; ainsi, l'anesthésie seule ne soulageait pas entièrement la douleur induite par la castration. D'après les travaux de Meléndez et coll. (2018b), l'administration de lidocaïne 30 minutes avant la castration chirurgicale atténuerait les signes de la douleur ressentie par les veaux de boucherie de 7 à 8 mois. Plus précisément, elle réduisait les concentrations de cortisol salivaire dans l'heure suivant la castration, ce qui s'est traduit par une diminution des comportements liés à la douleur, notamment une réduction des scores sur l'échelle visuelle analogique (une mesure de l'intensité de la douleur), des mouvements des pattes et de la tête, et des tentatives de fuite, ainsi que par une baisse des taux sériques d'amyloïde A aux jours 1, 3, 21 et 28 par rapport aux veaux témoins castrés sans lidocaïne. Cependant, la lidocaïne n'a pas eu d'incidence sur les gains quotidiens, le poids ou les comportements alimentaires. Dans l'ensemble, ces résultats dénotent de l'efficacité de la lidocaïne pour réduire la douleur aiguë et les réactions au stress pendant la castration, mais aussi de son impuissance face à l'inconfort persistant et au rendement global.

Récemment, des études ont mis en évidence les avantages possibles des bandes élastiques imprégnées de lidocaïne pour réduire la douleur durant la castration par bande élastique. En effet, Saville et coll. (2020) ont démontré que la libération de la lidocaïne débutait assez vite, dans les 30 premières minutes, puis se prolongeait pendant 48 heures. D'après les mesures du stimulateur électrique prises chez des veaux de 3 à 4 semaines et de 5 mois, la sensibilité de la peau juste au-dessus de la bande imprégnée de lidocaïne correspondait à la sensibilité suivant une injection de lidocaïne jusqu'à 48 heures après l'application. 7 jours après l'application des bandes, les veaux à qui on a appliqué des bandes imprégnées de lidocaïne présentaient une sensibilité réduite à l'électrostimulation, et leurs tissus scrotaux affichaient une concentration en lidocaïne plus élevée par rapport à ceux ayant reçu de la lidocaïne injectable. La croissance, l'agitation de la queue ou le rythme cardiaque moyen ne différaient pas entre les groupes. De même, Ross et coll. (2024) ont comparé l'efficacité de la lidocaïne injectable et des bandes élastiques imprégnées de lidocaïne pour soulager la douleur durant la castration. La lidocaïne injectable offrait une anesthésie temporaire d'un maximum de 60 minutes, les scores de réaction à la stimulation

électrocutanée l'illustraient en revenant à leur valeur initiale en 90 minutes. La concentration tissulaire de lidocaïne déclinait rapidement, les niveaux minimaux ayant été détectés 240 minutes après l'administration. En revanche, les bandes imprégnées de lidocaïne permettaient d'atteindre des concentrations tissulaires efficaces à 2 et 72 heures et les maintenaient au-dessus des seuils efficaces de concentration tissulaires pendant au moins 28 jours. Une étude menée par Moya et coll. (2024) a révélé que la lidocaïne injectable offrait un soulagement pouvant aller jusqu'à 60 minutes, alors que les bandes imprégnées de lidocaïne permettaient d'atteindre des concentrations tissulaires efficaces en 2 heures, culminaient à 72 heures, et se maintenaient dans les niveaux efficaces pendant 28 jours. Mancke et coll. (2025) ont comparé le recours à des bandes imprégnées de lidocaïne et des bandes non médicamenteuses chez des veaux laitiers croisés boucherie de moins d'une semaine et ont trouvé que les bandes médicamenteuses amélioraient les gains quotidiens moyens et l'efficacité alimentaire, et réduisaient les comportements révélant de la douleur (position allongée plus fréquente et léchage de la blessure) pendant les 49 jours suivant la castration. Ces résultats suggèrent que les bandes imprégnées de lidocaïne atténuent mieux la douleur de façon prolongée que les anesthésiques injectables, mais il faut étudier davantage leur efficacité, surtout en combinaison avec un AINS.

2.6.3.2 Médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens seulement

Les AINS sont l'option la plus souvent employée pour soulager la douleur associée à la castration (Moggy et coll., 2017). La présente section s'intéresse à l'efficacité des différents AINS – notamment le méloxicam, le kétoprofène, la flunixin – pour gérer la douleur associée à la castration. Les études ont exploré les variations du moment et des méthodes d'administration et du type d'AINS employé. Ce sujet a aussi fait l'objet d'un examen rigoureux par Wagner et coll., 2021.

Méloxicam. L'efficacité du méloxicam à réduire la douleur associée à la castration a été largement étudiée. Crevier et coll. (2024) ont constaté beaucoup moins de comportements révélants de la douleur (léchage et agitation de la queue) chez les nouveau-nés Angus ayant reçu du méloxicam oral ou injectable pendant la castration par bande élastique comparativement aux veaux castrés par bande n'ayant pas reçu de médicament, mais les gains de poids n'ont pas été affectés. De même, Meléndez et coll. (2018a) ont constaté des marqueurs inférieurs de douleur aiguë, dont la substance P et l'agitation de la queue, chez les veaux Angus d'une semaine ayant reçu du méloxicam par rapport à ceux non médicamenteux pendant une castration au couteau ou par bande élastique, même s'il n'y a pas eu d'amélioration des comportements alimentaires ou de la position debout. À l'opposé, une étude menée par Brown et coll. (2015) chez des veaux de boucherie a révélé que la castration chirurgicale réalisée près de la naissance, avec ou sans l'administration de méloxicam, avait aucun effet sur la croissance et peu d'effet sur le comportement et l'inflammation; l'efficacité du méloxicam sur le soulagement de la douleur chez les taurillons n'a donc pas pu être démontrée. Les évaluations de la douleur chronique effectuées par Marti et coll. (2018) auprès des veaux d'une semaine ont montré qu'une dose unique de méloxicam sous-cutanée administrée lors de la castration par bande élastique a réduit la concentration de cortisol dans les poils 56 jours après la castration, mais n'améliorait pas la cicatrisation de la plaie ni l'inflammation par rapport à aucune mesure de prise en charge de la douleur. Notons que la douleur chez les veaux d'un très jeune âge (de 0 à 7 jours) est méconnue puisque les profils physiologiques des veaux de cet âge sont parfois faussés par leur parturition récente et l'immaturité de leur système endocrinien, digestif et immunitaire (Hulbert et Moisés,

2016). En outre, la réaction comportementale des nouveau-nés face à la douleur est peu connue et l'absence de résultats significatifs dans l'expression observable de la douleur n'est pas un reflet fidèle des sensations de l'animal; les évaluations menées chez les veaux de moins d'une semaine doivent donc être interprétées avec prudence (Meléndez et coll., 2025).

Chez des veaux plus âgés, Gellatly et coll. (2021) ont observé que le méloxicam avait peu d'effet lors de la castration par bande élastique ou au couteau de veaux de boucherie de 2 mois. Même si les veaux traités au méloxicam étaient davantage que les veaux non médicamenteux, les marqueurs de douleur aiguë et chronique n'affichaient pas de différence. Daniel et coll. (2020) se sont intéressés aux effets de l'administration de méloxicam par voie orale versus aucune prise mesure de en charge de la douleur chez des veaux de boucherie de 3 mois castrés par bande élastique. Ils n'ont pas observé de différences sur le gain moyen quotidien, la fibrinogène ou l'haptoglobine, mais les veaux traités au méloxicam marchaient moins et passaient un plus grand nombre de périodes en position couchée pendant la deuxième semaine après l'intervention, signe d'une amélioration possible du confort. Olson et coll. (2016) ont démontré que le méloxicam réduisait la douleur et l'inflammation de la castration par bande élastique chez des veaux Holstein de 4 à 5 mois. Les veaux traités affichaient un rythme cardiaque, une concentration de cortisol et un gonflement scrotal plus faibles en comparaison aux veaux non médicamenteux. Chez les bovins élevés en parc d'engraissement, Roberts et coll. (2018) ont constaté une amélioration de rendement des veaux castrés chirurgicalement ou par bande et traités au méloxicam, y compris une réduction de l'inflammation et une augmentation du gain moyen quotidien et de l'épaisseur du gras dorsal par rapport aux bovins non traités. Brown et coll. (2015) ont trouvé que l'administration orale de méloxicam réduisait l'haptoglobine sérique et améliorait les gains moyens quotiens chez les veaux sevrés et castrés.

En ce qui concerne le type de méloxicam administré, Meléndez et coll. (2019) ont comparé l'administration de méloxicam oral et sous-cutané chez les veaux castrés au couteau et ont trouvé des différences pharmacocinétiques mineures. L'administration orale, entraînant une élimination plus rapide du médicament, peut faire en sorte de supposer que son effet thérapeutique et sa durée d'action sont inférieurs à l'administration sous-cutanée. Malgré ces différences, les modes d'administration offraient une efficacité pratique comparable de gestion de la douleur. Quant au moment opportun pour administrer le méloxicam, Meléndez et coll. (2017b) ont constaté qu'une administration tout juste préalable à la castration au couteau chez des veaux de 7 à 8 mois était optimale; elle réduisait la substance P, la température scrotale et les comportements révélant de la douleur par rapport à l'administration 3 et 6 heures après l'intervention.

La littérature récente a exploré d'autres approches d'administration orale de méloxicam, faisant ressortir la nécessité que l'analgésie se prolonge au-delà de la fenêtre typique de 48 heures des injections. Rudd et coll. (2025) ont testé l'auto-administration orale à volonté de méloxicam grâce à des blocs de mélasse à lécher chez les veaux castrés chirurgicalement. Les résultats montrent que les veaux ayant léché les blocs présentaient des concentrations plasmiqes de méloxicam plus élevées à la plupart des mesures que les veaux ayant reçu une injection sous-cutanée de méloxicam. Même si les résultats variaient grandement parmi les individus, les niveaux plasmiqes étant inconstants. Quoi qu'il en soit, les veaux ayant profité des blocs à lécher ont présenté une cicatrisation plus rapide et une réduction des comportements révélant de la douleur. Ainsi, la méthode des blocs à lécher est une façon pratique, non invasive et à action possiblement prolongée de soulager la douleur, mais le dosage demeure un frein.

Kétoprofène. Moya et coll. (2014) ont évalué les effets des injections intramusculaires uniques et multiples du kétoprofène (administré 30 minutes avant la castration et aux jours 1, 2, 4, 5 et 6 après la castration) chez les veaux de boucherie castrés chirurgicalement ou par bande élastique. L'étude a comparé les veaux recevant du kétoprofène aux veaux non traités (aucune gestion de la douleur) castrés selon les deux méthodes. Le kétoprofène a montré une efficacité limitée; il avait peu d'effets sur la température scrotale, le cortisol salivaire, le nombre de globules blancs et les réactions comportementales associées à la douleur. De plus, les réductions du gain moyen quotidien et de la prise alimentaire observées chez les veaux castrés non traités n'ont pas été atténuées par le kétoprofène.

Flunixin. Kleinhenz et coll. (2018) ont évalué l'effet de la flunixin méglumine transdermique sur les veaux Holstein de 9 mois castrés chirurgicalement sans anesthésie locale. La flunixin réduisait les concentrations de cortisol plasmique pendant les 12 premières heures après la castration, signe d'une réduction du stress aigu. Cependant, les autres marqueurs de la douleur n'étaient pas différents du groupe témoin, y compris la thermographie infrarouge, l'analyse de la démarche et les niveaux de substance P, ce qui donne à penser que les effets analgésiques globaux sont limités.

Méloxicam versus flunixin. Cull et coll. (2022) ont comparé l'absence de traitement médicamenteux, le méloxicam oral et la flunixin méglumine intraveineuse chez des veaux de boucherie castrés selon la technique d'Henderson. Au regard des effets sur les scores de douleur de l'échelle visuelle analogique qui mesurent l'intensité de la douleur, le méloxicam et la flunixin ont tous deux réduit les indicateurs comportementaux de la douleur par rapport au groupe témoin non traité (respectivement aux jours 1 à 3 et au jour 1), mais aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes de traitement.

Dans l'ensemble, les études résumées ci-dessus témoignent de l'efficacité constante du méloxicam pour réduire les comportements révélant de la douleur, l'inflammation aiguë et le stress chronique associés à diverses méthodes de castration chez des veaux âgés de plus d'une semaine. Les effets des formulations injectables et orales étaient similaires, et l'administration immédiate offrait des avantages accrus. L'administration unique de kétoprofène semblait donner des bienfaits analgésiques minimaux, surtout sur le plan comportemental et du rendement, alors que la flunixin réduisait efficacement les niveaux aigus de cortisol, mais avait une durée d'action limitée. Comparativement à la flunixin, le méloxicam offrait un soulagement durable, ce qui en fait possiblement l'option idéale pour gérer la douleur associée à la castration.

2.6.3.3 Association des méthodes de soulagement de la douleur

L'association entre les anesthésiques locaux et les AINS peut soulager à la fois l'inconfort immédiat et prolongé. Les anesthésiques locaux neutralisent la douleur aiguë au site de la castration, alors que les AINS réduisent l'inflammation et soulagent la douleur de façon prolongée. Cette section s'intéresse aux études ayant évalué l'utilisation combinée de ces méthodes de soulagement de la douleur.

Anesthésique local et méloxicam. Meléndez et coll. (2018b) ont examiné les effets de l'administration de méloxicam et de lidocaïne seuls ou combinés chez des veaux Angus de 7 à 8 mois ayant été castrés au couteau. La lidocaïne réduisait efficacement la douleur aiguë associée à

la castration, abaissant les niveaux de cortisol salivaires pendant la première heure et atténuant les comportements révélant de la douleur, comme les tentatives de fuite et les mouvements de pied et de tête. Le méloxicam présentait des effets plus durables, réduisant les concentrations d'haptoglobine et de cortisol à 24 et 48 heures après la castration. De plus, les veaux ayant reçu les deux traitements affichaient moins de gonflement scrotal. Étant donné que la lidocaïne et le méloxicam affectaient les indicateurs de la douleur physiologique et comportementale à plusieurs moments, l'équipe de recherche a conclu que l'association des deux médicaments plutôt que chaque médicament seul était plus efficace pour atténuer la douleur.

Martin et coll. (2022a) ont aussi évalué la gestion multimodale de la douleur; ils se sont intéressés à la bupivacaïne, la lidocaïne et combinaison de lidocaïne avec du méloxicam chez des veaux Holstein de 16 à 20 semaines castrés chirurgicalement. L'administration conjointe de lidocaïne et de méloxicam entraînait des concentrations faibles de métabolites de la prostaglandine E2 et de cortisol, diminuait les comportements révélant de la douleur, comme la position debout voûtée, par rapport aux veaux castrés sans gestion de la douleur. De plus, les veaux ayant reçu cette combinaison affichaient une meilleure démarche. Les résultats se comparaient à ce qu'on obtient avec la suspension liposomale de bupivacaïne, un anesthésique local de longue durée.

Laurence et coll. (2016) ont décelé des avantages similaires chez les taurillons brahman de 6 à 8 mois castrés chirurgicalement. La combinaison de lidocaïne et de méloxicam postopératoire réduisait les niveaux de cortisol au jour 1, stimulait l'activité et améliorait le gain de poids sur 13 jours comparativement au traitement d'un seul des médicaments. Vindevoghel et coll. (2019) ont aussi noté que les veaux ayant reçu à la fois de la lidocaïne et du méloxicam étaient plus calmes et plus alertes après la castration par rapport aux veaux castrés sans gestion de la douleur.

Anesthésie locale et flunixin. Nordi et coll. (2019) ont évalué l'effet de la combinaison de la flunixin méglumine avec lidocaïne chez des veaux Angus de 6 mois subissant une castration au couteau ou par bande élastique. La combinaison a réduit significativement les niveaux de cortisol salivaire jusqu'à 48 heures après la castration, amélioré les comportements d'alimentation, et a entraîné une hausse modérée des températures scrotales et oculaires comparativement au groupe témoin non traité. Les comportements révélant de la douleur ont aussi été atténués, ce qui porte à penser que la douleur, autant immédiate que prolongée, a bien été gérée. Webster et coll. (2013) ont aussi évalué les effets de l'association de flunixin et d'un bloc anesthésique local chez des veaux Holstein-Fresians de 2 à 30 mois. L'administration unique d'anesthésiques locaux réduisait temporairement les concentrations de cortisol, mais était aussi associée à une augmentation de la rotation de la tête et une diminution de l'alimentation. Quant à l'administration unique de flunixin, elle améliorait les comportements alimentaires et réduisait la position accroupie. L'administration combinée, en revanche, offrait le soulagement le plus efficace, atténuant au maximum les indicateurs comportementaux de la douleur et ramenant le cortisol au niveau de référence, à l'image du groupe témoin.

Ces études démontrent que la combinaison d'anesthésiques locaux avec des AINS offre un soulagement supérieur de la douleur comparativement à chacune des méthodes seules. Les anesthésiques locaux, comme la lidocaïne, atténuent efficacement la douleur directe de l'intervention, tandis que les AINS, comme le méloxicam et la flunixin, traitent l'inflammation systémique et ont un effet analgésique prolongé. Les études font constamment ressortir les

avantages de combiner ces méthodes – réduction des marqueurs de la douleur, des comportements révélant de la douleur et rendement accru.

2.6.4 Recherches futures

Les futures recherches devraient viser à améliorer les méthodes de gestion de la douleur associée à la castration, notamment en mettant l'accent sur les options qui concilient l'efficacité à la dimension pratique pour les producteurs et productrices. Plus particulièrement, il faudrait effectuer des évaluations sur la ferme des combinaisons de traitements utilisées pour gérer la douleur immédiate et prolongée. Il y a des lacunes dans les connaissances sur les effets des différentes méthodes de castration, comme la castration au couteau effectuée à l'aide d'un scalpel ou de l'outil Henderson, la coupe ou la traction du cordon spermatique, le type d'incision, les bandes élastiques et le serrage des testicules, ainsi que leurs interactions avec l'âge du veau et les stratégies d'atténuation de la douleur. De plus, les solutions de rechange à la castration traditionnelle comme le vaccin anti-GnRH justifient une enquête plus approfondie pour possiblement éviter l'ablation des testicules et la douleur qui y est associée. Enfin, la recherche qualitative, y compris les entrevues et les groupes de discussion, pourrait donner des renseignements intéressants sur la perception des producteurs et productrices, les obstacles et les motivations à l'adoption de pratiques d'atténuation de la douleur, et ainsi contribuer à éclairer l'éducation et la sensibilisation.

2.7 Marquage

Conclusions :

- 1. Le marquage provoque considérablement de douleur immédiate et prolongée, les indicateurs comportementaux et de sensibilité en témoignant pendant des semaines ou des mois après l'intervention.**
- 2. Les gros fers à marquer et l'exécution conjointe du marquage avec d'autres interventions invasives comme la castration exacerbent les comportements révélant de la douleur et l'inconfort.**
- 3. Les AINS comme le méloxicam et la flunixinine n'offrent qu'un soulagement limité de la douleur, réduisant certains des comportements aigus révélant de la douleur, mais ne permettant pas d'atténuer la douleur prolongée ni d'accélérer la cicatrisation.**
- 4. Le fait de combiner des méthodes de soulagement de la douleur (ex. AINS et anesthésique local) a donné des résultats mitigés, améliorant faiblement les comportements révélant de la douleur et le rythme cardiaque.**
- 5. La recherche à venir devrait mettre l'accent sur les stratégies de gestion multimodales de la douleur, les techniques et moments optimaux de marquage, et l'évaluation et la promotion d'autres méthodes d'identification pour améliorer le bien-être, diminuer le plus possible la douleur et réduire les risques associés avec l'application inadéquate et les outils non conformes aux normes.**

Le marquage est une méthode d'identification des bovins qui remonte à longtemps. Elle permet d'établir sa propriété, dissuader le vol, distinguer le bétail mélangé et satisfaire aux exigences en matière de transport interprovincial et international. Une enquête menée auprès de 94 exploitations vache-veau de l'Ouest canadien a révélé que 54 % des veaux étaient marqués (Moggy et coll., 2017). Dans la même enquête, seuls 4 % des répondants et répondantes recouraient au cryomarquage, comparativement à 52 % qui recouraient au marquage à chaud; ou, sous un autre angle, 92 % des producteurs et productrices ayant déclaré effectuer cette pratique employaient le marquage à chaud. Toutefois, plus de 21 % de ceux-ci ont dit marquer seulement une partie de leur troupeau.

Le marquage provoque une douleur considérable et prend du temps à cicatriser. La précédente Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a conclu que le cryomarquage et le marquage à chaud suscitent de la douleur et de la détresse chez les bovins. Des travaux de recherche récents ont fait ressortir la douleur persistante associée au marquage. Tucker et coll. (2014a) ont notamment révélé que le marquage à chaud de veaux de boucherie de 4 mois entraînait une sensibilité à la pression qui culminait au jour 7 après l'intervention et persistait au moins 71 jours durant. De plus, la cicatrisation était lente. Seulement 67 % des marques étaient entièrement cicatrisées au jour 71 et la première cicatrisation complète a été observée 8 semaines après le marquage, ce qui témoigne d'un inconfort possiblement prolongé. S'appuyant sur ces résultats, Keogh et coll. (2024) ont trouvé que les fers à marquer de grande taille augmentaient les comportements révélant de la douleur, comme les mouvements de la queue et l'agitation, chez les veaux de boucherie de 2 mois. Les réactions comportementales variaient dans le temps, le comportement debout augmentant 6 heures après le marquage pour culminer à 24 heures. Lorsque le marquage était effectué en même temps que la castration, les comportements révélant de la douleur s'intensifiaient, ce qui témoigne des effets cumulatifs de l'exécution simultanée d'interventions douloureuses multiples. Chez des veaux Nélores, de Oliveira et coll. (2024) ont révélé que le marquage à chaud augmente, jusqu'à deux jours durant, la température de la peau au site du marquage. De plus, les étiquettes d'oreille électroniques se sont révélées un moyen plus rapide et précis d'identifier les bovins que le marquage à chaud, même si la rétention de l'étiquette s'avère parfois problématique. Même s'il est évident que le marquage provoque de la douleur, on cherche rarement à atténuer celle-ci. Une enquête canadienne a révélé que, si 85 % des exploitations vache-veau admettent du caractère douloureux du marquage en l'absence de soulagement, seulement 4 % ont appliqué des pratiques de gestion de la douleur (Moggy et coll., 2017).

2.7.1 Atténuation de la douleur causée par le marquage

Dans l'ensemble, les études mentionnées ci-dessous soulignent les difficultés de l'atténuation efficace de la douleur causée par le marquage à chaud. Si des médicaments comme le méloxicam montrent un peu d'efficacité, ils n'offrent qu'un soulagement limité et ne permettent pas de traiter la douleur persistante et la cicatrisation retardée associée à l'intervention. Élaborer des stratégies complètes et multimodales ou des interventions alternatives d'identification des animaux demeure essentiel pour améliorer le bien-être animal.

2.7.1.1 Anti-inflammatoires non stéroïdiens seulement

Tucker et coll. (2014a) se sont intéressés au recours à la flunixinine méglumine chez des veaux de 4 mois. Ils ont trouvé que le médicament améliorait le gain de poids un peu après le marquage et influençait la tendance à s'allonger à des jours précis, mais ne soulageait pas la sensibilité à la douleur spécifique au marquage, la température de la peau ou la cicatrisation. De plus, la douleur persistait pendant au moins 71 jours après le marquage, et une injection unique de flunixinine n'apportait pas de soulagement mesurable. De même, Martin et coll. (2022b) ont évalué les effets de l'administration orale de méloxicam chez les bovins d'un an à la suite d'un marquage. Le méloxicam diminuait les métabolites de la prostaglandine E2 à 6, 24, et 48 heures après le marquage et réduisait au maximum les différences de la thermographie infrarouge, un indicateur d'inflammation et de la gravité de la brûlure, entre les sites marqués et non marqués. Les veaux traités passaient aussi moins de périodes à l'horizontale dans les 12 premières heures, ce qui porte à croire que l'agitation et l'inconfort immédiat étaient réduits. Néanmoins, le méloxicam n'a pas réussi à bien réduire les biomarqueurs associés à la douleur ou les réactions comportementales. Finalement, Keogh et coll. (2024) ont étudié les effets du méloxicam administré oralement chez des veaux de races de boucherie de 2 mois des deux sexes ayant été marqués à chaud. Le méloxicam réduisait la proportion des génisses marquées affichant des comportements révélant de la douleur comparativement aux veaux non traités; or, les effets analgésiques du méloxicam étaient moins évidents chez les veaux ayant été soumis au marquage et à la castration.

2.7.1.2 Combinaison des méthodes d'atténuation de la douleur

Hernandez et coll. (2022) se sont intéressés aux interventions visant à gérer la douleur chez 92 génisses Nélores ayant reçu un marquage à chaud sur la joue, une pratique bannie à bien des endroits dans le monde. L'étude a comparé l'absence de soulagement de la douleur, l'anesthésie locale sous-cutanée administrée au site du marquage, le méloxicam systémique et une combinaison d'anesthésie locale et d'analgésie systémique. Même si les veaux non traités affichent plus de tension dans leurs muscles masticateurs 5 jours après le marquage, aucune différence significative n'a été observée dans le comportement, la vitesse de sortie du couloir de contention ou le gain de poids entre les différents traitements sur 60 jours. Les effets minimes de ces protocoles de gestion de la douleur peuvent être attribués aux facteurs confondants, comme le stress et la peur durant la manipulation ou à d'autres facteurs liés à la conception de l'étude, ce qui fait ressortir la complexité liée au traitement des questions de bien-être, car dans cette étude, le marquage était réalisé sur le visage des animaux.

2.7.1.3 Autres méthodes d'atténuation de la douleur

S'intéressant aux méthodes non pharmaceutiques, Tucker et coll. (2014b) ont étudié le potentiel d'un gel rafraîchissant à l'huile de théier pour atténuer la douleur causée par le marquage et améliorer la cicatrisation de la peau. Même si le gel abaissait la température à la surface de la peau immédiatement après son application, il ne réduisait pas la sensibilité à la douleur et n'accélérait pas la cicatrisation. Le marquage demeurait douloureux pendant les 70 jours de l'étude où plus de la moitié des plaies n'avait pas encore cicatrisé à la fin. Un des deux groupes a reçu deux fois du gel; la cicatrisation semblait retardée comparativement au groupe ayant reçu une seule application et au groupe témoin, ce qui porte à penser qu'il y aurait des effets négatifs.

2.7.2 Recherches futures

La recherche à venir devrait mettre l'accent sur les méthodes alternatives de marquage, comme l'identification électronique ou la biométrie, et en évaluer l'efficacité et les effets sur le bien-être. Les stratégies actuelles d'atténuation de la douleur, dont les AINS et les anesthésiques locaux, n'offrent qu'un soulagement limité, ce qui met en lumière le besoin de plus d'approches multimodales efficaces qui traitent à la fois la douleur aiguë et la douleur prolongée. De plus, on connaît peu de choses sur l'interaction des méthodes de marquage avec des facteurs comme l'âge de l'animal, la zone du corps visée par l'intervention et l'efficacité des diverses stratégies de soulagement de la douleur, ce qui met en lumière la nécessité de poursuivre les recherches à ce sujet. En outre, les recherches devraient tenir compte de la méthode et de la technique de marquage, puisqu'une mauvaise application ou l'utilisation d'outils non conformes aux normes pourraient augmenter considérablement la douleur, le gonflement et le risque d'infections secondaires.

2.8 Troubles de santé douloureux

Conclusions :

- 1. Le CRB est une réaction claire à la maladie – de la fièvre, une réduction de l'activité, un changement du comportement allongé et une diminution de la prise alimentaire. Les signes d'hyperalgésie et l'augmentation des scores de douleur suggèrent que la douleur est probablement une composante de ce trouble.**
- 2. La boiterie mène à une altération de la mobilité, une réduction de l'activité et une diminution de la production, signe de la douleur associée à ce trouble.**
- 3. Le recours aux AINS s'est révélé susceptible d'atténuer la douleur et les symptômes cliniques liés au CRB et à la boiterie, mais d'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre leur efficacité et optimiser les protocoles de traitement.**

Il n'y a pas que les interventions et les situations douloureuses évoquées plus haut qui provoquent de la douleur considérable chez les bovins de boucherie, c'est aussi le cas pour certains troubles de santé. Deux exemples éloquentes sont la boiterie et le complexe respiratoire bovin (CRSB).

2.8.1 Complexe respiratoire bovin

Le CRB est la première maladie en prévalence chez les bovins de boucherie, et pourtant, la douleur associée à ce trouble demeure obscure. Les données issues de la littérature disponible indiquent que les bovins modifient leur comportement lorsqu'ils souffrent d'une maladie respiratoire. Une revue systématique chez les bovins en parc d'engraissement (Wolfger et coll., 2015) a notamment trouvé que les bovins atteints du CRB affichent des changements comportementaux considérables, dont une réduction de l'activité, une diminution du temps d'alimentation et de la prise alimentaire, une diminution du temps allongé et une altération des tendances de mouvement, lesquels précèdent souvent les signes cliniques visibles de la maladie. De plus, chez des génisses de boucherie, Toaff-Rosenstein et Tucker (2018) ont révélé que la

fièvre est apparue 2 jours avant et le jour même du diagnostic de CRB, même si le temps d'alimentation ne s'était réduit qu'au jour du diagnostic. Cette étude a aussi fait le constat que le CRB n'avait pas d'incidence sur l'utilisation de la brosse, bien que le comportement ait été influencé par l'acclimatation à un nouveau dispositif de toilettage. Chez les jeunes taureaux de boucherie atteints du CRB, Marchesini et coll. (2018) ont fait état d'une réduction de l'activité et de la rumination quotidiennes plusieurs jours avant que les signes cliniques deviennent évidents. Pillen et coll. (2016) ont aussi constaté que les veaux de boucherie affichaient une diminution de leurs niveaux d'activité jusqu'à 6 jours avant la détection du CRB, les réductions les plus marquées se produisant le jour avant le diagnostic. Toaff-Rosenstein et coll. (2016) ont constaté une réponse claire à la maladie chez les bouvillons affectés par le CRB, notamment de la fièvre, une réduction de la consommation de matière sèche, une baisse du gain moyen quotidien, une augmentation du temps total passé couché, un allongement des périodes de repos, une réduction du toilettage et une hyperalgésie, caractérisée par une baisse des seuils de nociception mécanique. Confirmant davantage le lien entre le CRB et la douleur, Martin et coll. (2022c) ont démontré que les bouvillons Holstein atteints du CRB induit expérimentalement présentaient une activité réduite, une diminution de la force exercée sur le membre antérieur droit et une augmentation des scores de douleur sur l'échelle visuelle analogique. Dans l'ensemble, ces résultats mettent en lumière la réaction complexe à la maladie associée au CRB et portent à penser que la douleur est une composante probable, mais d'autres recherches sont nécessaires pour bien comprendre son incidence et ses implications pour le bien-être et les pratiques de gestion.

2.8.1.1 Recours aux anti-inflammatoires non stéroïdiens pour traiter le complexe respiratoire bovin

Plusieurs études se sont intéressées au traitement accessoire du CRB par des AINS en association avec un antibiotique pour le bovin laitier et de boucherie.

Bovin de boucherie. Plusieurs études ont évalué l'utilisation d'AINS à titre de traitement accessoire du CRB chez les bovins de boucherie. Bednarek et coll. (2003) ont démontré que l'association de méloxicam et d'oxytétracycline causait une amélioration clinique plus rapide et un retour à la normale accéléré de la température corporelle comparativement à l'administration unique d'oxytétracycline. Lockwood et coll. (2003) ont analysé la flunixin, le kétoprofène et le carprofène en combinaison avec le ceftiofur pour traiter 66 bovins de boucherie atteints du CRB. La fièvre a baissé plus vite chez les groupes traités aux AINS; la flunixin et le kétoprofène ont une action plus rapide, et la flunixin réduit significativement la consolidation pulmonaire par rapport au ceftiofur seul. Chez 280 bovins de différentes races atteints de CRB, De Koster et coll. (2022) ont comparé l'administration unique de tulathromycine et l'association de tulathromycine au kétoprofène. Si les deux traitements ont affiché des taux de réussite élevés et de faibles taux de rechute, l'association tulathromycine-kétoprofène a assuré un meilleur maintien de la température au cours des 24 premières heures et une amélioration plus rapide des scores respiratoires et de dépression. Chez 264 taureaux d'engraissement atteints de CRB, Masebo et coll. (2024) ont comparé un traitement antimicrobien individuel, la tulathromycine métaglycylactiques et la tulathromycine associée à un second antimicrobien, 128 taureaux recevant des AINS en plus de ces traitements. Les taureaux traités avec des AINS présentaient un nombre plus élevé de globules blancs, de neutrophiles et un rapport neutrophiles/lymphocytes plus élevé que ceux qui n'avaient pas reçu d'AINS, et moins de bovins présentaient des lésions pulmonaires

à l'abattage. Il importe de noter que les études n'ont pas toutes fait état d'effets positifs. Par exemple, dans un modèle expérimental sur le CRB, Toaff-Rosenstein et coll. (2016) ont trouvé que l'administration conjointe de méloxicam et d'un antibiotique avait une incidence limitée; aucun effet notable n'a été observé mis à part une interaction avec le temps couché. L'équipe de l'étude a attribué l'absence de différences du traitement par AINS aux limites de la conception de l'étude, notamment le fait que la petite taille de l'échantillon ait possiblement limité la détection de différences.

Bovins laitiers. Chez les jeunes veaux laitiers, l'efficacité des AINS à titre de traitement complémentaire du CRB a été explorée dans de multiples études. Guzel et coll. (2010) ont trouvé que les signes cliniques (pyrexie et rythme respiratoire) des veaux Holstein atteints du CRB traités avec du diclofénac sodium ou de la flunixinine méglumine, en plus de la tulathromycine, se sont améliorés dans les 48 heures, ce qui n'était pas le cas avec le traitement unique d'antibiotique, le diclofénac entraînant la plus forte réduction de la pyrexie. Chez les bouvillons Holstein de 6 à 7 mois à qui on a induit expérimentalement le CRB, Martin et coll. (2022c) ont démontré que l'administration de flunixinine transdermale a entraîné une augmentation de la force exercée sur le membre antérieur droit par les veaux atteints et une amélioration des niveaux d'activité par rapport aux veaux non traités. Achard et coll. (2018) ont évalué l'efficacité de l'association du florfenicol et du méloxicam ou de la flunixinine chez des veaux laitiers de 40 jours à qui l'on a induit expérimentalement le CRB. Les deux associations ont réduit substantiellement la température rectale et les scores cliniques par rapport aux veaux ayant reçu une solution saline, avec des taux de guérison de 100 % pour le groupe florfenicol-méloxicam et de 96,6 % pour le groupe florfenicol-flunixinine, tandis que le groupe de la solution saline n'a affiché qu'un taux de guérison de 29,6 %. On a également constaté que les veaux ayant reçu la combinaison florfenicol-méloxicam guérissaient plus rapidement et rechutaient moins que le groupe du traitement florfenicol-flunixinine. Comme dans le cas précédent, toutes les études n'ont pas mis en évidence un effet positif. Ferree et coll. (2023) n'ont pas détecté de différences dans la croissance, l'attitude comportementale ou les scores cliniques et d'échographie pulmonaire entre l'administration orale unique de méloxicam avec de la tulathromycine comparativement à la tulathromycine seule au début d'une maladie respiratoire chez les veaux laitiers non sevrés, bien qu'encore une fois la conception de l'étude puisse être en cause plutôt qu'une réelle absence de différence.

En bref, les AINS montrent un potentiel à titre de traitements accessoires du CRB chez les bovins laitiers et de boucherie, notamment parce qu'ils accélèrent le rétablissement clinique et réduisent la fièvre quand ils sont employés avec des antibiotiques. Néanmoins, il faut investiguer davantage pour mieux comprendre l'efficacité probable et optimiser les protocoles de traitement en différents contextes, y compris pour traiter la douleur associée au CRB.

2.8.2 Boiterie

La boiterie est une affection courante dans l'industrie bovine (Erikson et coll., 2024). Erickson (2023) a réalisé une analyse rétrospective de 1 772 565 bovins dans 28 parcs d'engraissement canadiens (2014-2018) et a trouvé que la boiterie représentait 28,5 % de tous les traitements, le piétin contagieux, la dermatite digitale et le syndrome de nécrose de la pince représentant 71,8 % des cas de boiterie. Marti et coll. (2021), qui ont évalué le dossier de 9 719 veaux de 2 parcs d'engraissement albertains, ont aussi fait un constat d'une proportion similaire des traitements

attribuables à la boiterie (36,3 % de tous les traitements), les diagnostics courants étant le piétin contagieux, la dermatite digitale, la boiterie haute, les infections articulaires, les blessures et le syndrome de la nécrose de la pince. Davis-Unger et coll. (2019) ont mis en exergue des tendances similaires, constatant que la boiterie a été influencée par le type de bovin et le sexe, le piétin contagieux étant prévalent (74,5 % de tous les cas de boiterie) et les infections articulaires représentant près de la moitié des décès associés à la boiterie. Leurs résultats ont aussi révélé une association importante entre le CRB et un diagnostic subséquent de boiterie, mettant en lumière l'importance d'une intervention précoce et d'une allocation ciblée des ressources pour les groupes à risque.

Comme l'ont analysé Coetzee et coll. (2017), la boiterie est une altération de la démarche et de la posture causée par la douleur, laquelle peut se manifester par des comportements comme le balancement de la tête, le dos arqué et la modification des foulées en raison de la douleur ressentie pendant la marche ou en position debout. Plusieurs recherches ont étudié les conséquences de la dermatite digitale chez les bovins de boucherie. Thomas et coll. (2022a) ont constaté que la dermatite digitale chez les bovins en parc d'engraissement est fortement associée aux anomalies de la démarche, y compris une réticence à porter du poids et une démarche asymétrique, en particulier chez les animaux présentant des lésions actives, bien qu'aucun comportement révélant de la douleur n'était visible chez une proportion importante de bovins atteints de dermatite digitale. Thomas et coll. (2021) ont étudié les changements comportementaux des génisses de boucherie associés à la dermatite digitale et ont constaté que les animaux qui en étaient atteints passaient moins de temps à ruminer et plus de temps inactifs que ceux non malades, ceux présentant des lésions actives affichant les changements comportementaux les plus prononcés. De plus, Thomas et coll. (2022b) ont objectivement prouvé que la dermatite digitale provoque une douleur importante, car les bovins dont les pattes sont touchées, en particulier ceux qui présentent des lésions actives, affichaient une réduction de leur seuil nociceptif mécanique, soit un signe d'une sensibilité accrue à la douleur. Les bovins boiteux présentaient une douleur accrue, la température de la patte étant plus élevée, signe d'une inflammation. La boiterie n'a pas seulement des effets sur le comportement, elle a des conséquences sur la production; Kulow et coll. (2017) ont constaté que les bovins vivant en parc d'engraissement intérieur atteints de dermatite digitale affichaient un gain moyen quotidien, un poids vif final et un poids de carcasse plus faibles. Même si la majeure partie des recherches ont mis l'accent sur les lésions à la patte, la douleur est présente en dépit de la cause de la boiterie (arthrite septique, fourbure, blessures musculosquelettiques ou maladies de la patte).

2.8.2.1 Recours aux anti-inflammatoires non stéroïdiens pour traiter la boiterie

Plusieurs études se sont penchées sur le recours aux AINS pour soulager la boiterie chez les bovins, la plupart s'intéressant aux bovins laitiers (constat de Roche et coll., 2024). Des études de terrain ayant évalué le kétoprofène lui ont trouvé plusieurs bienfaits, y compris une meilleure répartition du poids sur les quatre membres et des foulées plus symétriques chez les vaches ayant une démarche anormale (Flower et coll., 2008), des taux supérieurs de récupération de la boiterie 35 jours après le traitement lorsqu'il était combiné à une taille thérapeutique (Thomas et coll., 2015), la réduction du risque d'abattage lors d'un traitement direct à l'apparition de la boiterie (Wilson et coll., 2022), et une probabilité moindre de boiterie persistante avec une augmentation de la production laitière pendant le traitement de la dermatite digitale (Kasiora et coll., 2022). Ayant aussi étudié l'administration orale de méloxicam et l'administration intraveineuse de

flunixinne lors de l'apparition de la boiterie induite chez les bovins laitiers, Warner et coll. (2021) ont trouvé que ces deux médicaments réduisent la gravité de la boiterie, comme le montrent les scores visuels de boiterie et les niveaux bas de cortisol par rapport au groupe placebo. Mason et coll. (2022) ont mené une revue systématique de l'utilisation d'AINS en traitement aux lésions des onglons et des cornes chez des vaches laitières. Même si les AINS avaient tendance à réduire les risques de boiterie et à augmenter les seuils nociceptifs dans certaines comparaisons, aucune différence notable ne se dégageait des résultats, et une grande hétérogénéité a été constatée. De même, Sadiq et coll. (2024) ont mené une revue systématique de 10 études ayant évalué les traitements des lésions des onglons et des cornes, et ont constaté que les vaches traitées avec un blocage des sabots ou une combinaison de blocage et d'AINS en plus de la coupe des onglons présentaient des taux plus élevés de rétablissement complet de la boiterie et une guérison plus rapide par rapport à l'unique coupe des onglons. Cependant, cette revue a aussi noté une hétérogénéité considérable entre les études.

Très peu d'études ont évalué le soulagement de la douleur causée par la boiterie chez les bovins de boucherie. Coetzee et coll. (2014) ont étudié des veaux de boucherie auxquels une boiterie avait été induite aux fins de l'expérimentation; ils ont trouvé que les veaux traités avec du méloxicam étaient plus actifs et affichaient une amélioration de la répartition du poids comparativement au placebo, alors que la combinaison de méloxicam et de gabapentin présentait des avantages supplémentaires dans les indicateurs de pression et de force. Nagel et coll. (2016) se sont intéressés à l'administration orale de méloxicam chez 53 bœufs de boucherie présentant de la boiterie musculosquelettique et ont trouvé qu'à l'évaluation 3 jours après le traitement, 92,8 % des bovins traités au méloxicam affichaient une réduction des scores de boiterie comparativement à seulement 12 % des animaux du groupe témoin.

2.8.3 Recherches futures

Les recherches à venir devraient tenter de mieux comprendre les mécanismes de la douleur liés à la boiterie et au CRB afin d'améliorer les stratégies de traitement. Si les AINS semblent prometteurs, d'autres études doivent être menées, surtout chez les bovins de boucherie, pour évaluer leurs effets à long terme sur le bien-être et la productivité. Les méthodes de détection précoce de la douleur comme les indicateurs comportementaux et physiologiques et les traitements multimodaux combinant les AINS avec d'autres approches méritent d'être approfondies.

Références

- Achard D., Caruso-Vares A., Collin J.F., McKelvie J., Reddick D. et Ramage C. (2018) Treatment of experimentally induced bovine respiratory disease in young calves with a single administration of a combination of florfenicol and meloxicam. *Veterinary Record*, vol. 183, n° 17, p. 535.
- Adcock S.J. et Tucker C.B. (2018) The effect of disbudding age on healing and pain sensitivity in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n° 11, p. 10361-10373.
- Adcock S.J., Vieira S.K., Alvarez L. et Tucker C.B. (2019) Iron and laterality effects on healing of cautery disbudding wounds in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, n° 11, p. 10163-10172.
- Adcock S.J., Cruz D.M. et Tucker C.B. (2020) Behavioral changes in calves 11 days after cautery disbudding: Effect of local anesthesia. *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n° 9, p. 8518-8525.
- Adcock S.J., Downey B.C., Owens C. et Tucker C.B. (2023) Behavioral changes in the first 3 weeks after disbudding in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, n° 9, p. 6365-6374.
- Algra M., de Keijzer L., Arndt S.S., van Eerdenburg F.J.C.M. et Goerlich V.C. (2023) Evaluation of the thermal response of the horns in dairy cattle. *Animals*, vol. 13, n° 3, p. 500. <https://doi.org/10.3390/ani13030500>.
- Anil S.S., Anil L. et Deen J. (2002) Challenges of pain assessment in domestic animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 220, n° 3, p. 313-319. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.220.313>. PMID : 11829261.
- Anil L., Anil S.S. et Deen J. (2005) Pain detection and amelioration in animals on the farm: Issues and options. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, vol. 8, n° 4, p. 261-278. https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0804_3.
- Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV) (2022) *Gestion des cornes des bovins – Énoncé de position*. Disponible à l'adresse : <https://www.veterinairesauCanada.net/politiques-et-rayonnement/enonces-de-position/enonces/gestion-des-cornes-des-bovins-enonce-de-position/>.
- Ball N.S., Knable B.M., Relich T.A., Smathers A.N., Gionfriddo M.R., Nemecek B.D., Montepara C.A., Guarascio A.J., Covvey J.R. et Zimmerman D.E. (2022) Xylazine poisoning: A systematic review. *Clinical Toxicology*, vol. 60, n° 8, p. 892-901.
- Barragan A.A., Bauman L.M., Schuenemann G.M., Velez J., Lakritz J., Coetzee J.F., Roza Gonzalez J.D., Piñeiro J.M., Menichetti B. et Bas S. (2020) Administration of acetylsalicylic acid after parturition in lactating dairy cows under certified organic management: Part II. Biomarkers of nociception, inflammation, and stress. *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n° 12, p. 11713-11722.

Barrier A.C., Ruelle E., Haskell M.J. et Dwyer C.M. (2012a) Effect of a difficult calving on the vigour of the calf, the onset of maternal behaviour, and some behavioural indicators of pain in the dam. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 103, n° 4, p. 248-256.

Barrier A.C., Haskell M.J., Macrae A.I. et Dwyer C.M. (2012b) Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 139, n° 3-4, p. 209-217.

Barrier A.C., Haskell M.J., Birch S., Bagnall A., Bell D.J., Dickinson J., Macrae A.I. et Dwyer C.M. (2013) The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *The Veterinary Journal*, vol. 195, n° 1, p. 86-90.

Barrier A.C., Coombs T.M., Dwyer C.M., Haskell M.J. et Goby L. (2014) Administration of a NSAID (meloxicam) affects lying behaviour after caesarean section in beef cows. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 155, p. 28-33.

Bednarek D., Zdzisińska B., Kondracki M. et Kandefor-Szerszeń M. (2003) Effect of steroidal and non-steroidal anti-inflammatory drugs in combination with long-acting oxytetracycline on non-specific immunity of calves suffering from enzootic bronchopneumonia. *Veterinary Microbiology*, vol. 96, n° 1, p. 53-67.

Beef Cattle Research Council (BCRC) (2024) Résultats de la première enquête canadienne sur la production vache-veau. Disponible à l'adresse : <https://www.beefresearch.ca/fr/blog/2023-canadian-cow-calf-survey-results/>.

Bergamasco L., Edwards-Callaway L.N., Bello N.M., Mijares S.H., Cull C.A., Rugan S., Mosher R.A., Gehring R. et Coetzee J.F. (2021) Unmitigated surgical castration in calves of different ages: Cortisol concentrations, heart rate variability, and infrared thermography findings. *Animals*, vol. 11, n° 9, p. 2719.

Brown A.C., Powell J.G., Kegley E.B., Gadberry M.S., Reynolds J.L., Hughes H.D., Carroll J.A., Burdick Sanchez N.C., Thaxton Y.V., Backes E.A. et Richeson J.T. (2015) Effect of castration timing and oral meloxicam administration on growth performance, inflammation, behavior, and carcass quality of beef calves. *Journal of Animal Science*, vol. 93, p. 2460-2470. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8695>.

Cain D.V., Jones A.L. et Milliken G. (1986) Do different spay techniques and growth implant frequencies affect weight gain in heifers? *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 81, n° 5, p. 464-466.

Caray D., des Roches A.D., Frouja S., Andanson S. et Veissier I. (2015) Hot-iron disbudding: Stress responses and behavior of 1- and 4-week-old calves receiving anti-inflammatory analgesia without or with sedation using xylazine. *Livestock Science*, vol. 179, p. 22-28.

Carpenter A.J., Ylioja C.M., Vargas C.F., Mamedova L.K., Mendonça L.G., Coetzee J.F., Hollis L.C., Gehring R. et Bradford B.J. (2016) Hot topic: Early postpartum treatment of commercial

dairy cows with nonsteroidal antiinflammatory drugs increases whole-lactation milk yield. *Journal of Dairy Science*, vol. 99, n° 1, p. 672-679.

Clark M.O., Stahl T.C. et Erickson P.S. (2020) The effect of meloxicam on neonatal dairy calves: Immunoglobulin G uptake and preweaning performance. *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n° 12, p. 11363-11374.

Coetzee J.F. (2013) Assessment and management of pain associated with castration in cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, vol. 29, n° 1, p. 75-101.

Coetzee J.F., Mosher R.A., Anderson D.E., Robert B., Kohake L.E., Gehring R., White B.J., KuKanich B. et Wang C. (2014) Impact of oral meloxicam administered alone or in combination with gabapentin on experimentally induced lameness in beef calves. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 2, p. 816-829.

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

Crevier M. (2024) Pain control using various dosing regimens of meloxicam for elastration of newborn bull calves. Mémoire de maîtrise ès sciences. Guelph (Ontario) : University of Guelph.

Cui, W., Liu, M., Gu, T., Zhao, S. et Yin, G (2024) Multi-dimensional evaluation of pain response in low day-age calves to two types of dehorning. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 11, p. 1406576. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1406576>

Cull C.A., Rezac D.J., DeDonder K.D., Seagren J.E., Cull B.J., Singu V.K., Theurer M.E., Martin M., Amachawadi R.G., Kleinhenz M.D. et Lechtenberg K.F. (2022) Behavioral and performance response associated with administration of intravenous flunixin meglumine or oral meloxicam immediately prior to surgical castration in bull calves. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 5, p. skac049.

Daniel J.A., Crane A., Krawczel P.D., Coetzee J.F. et Whitlock B.K. (2020) Effect of oral meloxicam administration on growth performance and behavior of pre-weaning age calves following band castration. *Translational Animal Science*, vol. 4, n° 2, p. 1082-1090.

Davis-Unger J., Schwartzkopf-Genswein K.S., Pajor E.A., Hendrick S., Marti S., Dorin C. et Orsel K. (2019) Prevalence and lameness-associated risk factors in Alberta feedlot cattle. *Translational Animal Science*, vol. 3, n° 2, p. 595-606.

De Koster J., Tena J.K. et Stegemann M.R. (2022) Treatment of bovine respiratory disease with a single administration of tulathromycin and ketoprofen. *Veterinary Record*, vol. 190, n° 4.

de Oliveira J., Grajales-Cedeño J.K., Cerezo M.P., Valente T.S. et Paranhos da Costa M.J. (2024) Hot iron branding of beef cattle: Process characterization, implications for animal welfare, and its efficiency for cattle individual identification. *Ruminants*, vol. 4, n° 2, p. 192-200.

Drwencke A.M., Adcock S.J.J. et Tucker C.B. (2023) Wound healing and pain sensitivity following caustic paste disbudding in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, n° 9, p. 6375-6387.

Drwencke A.M., Adcock S.J.J. et Tucker C.B. (2025a) Wound characteristics after disbudding: Part I—Effects of caustic paste dose and presence of hair. *Journal of Dairy Science*, sous presse. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26688>.

Drwencke A.M., Adcock S.J.J. et Tucker C.B. (2025b) Wound characteristics after disbudding: Part II—Comparing cautery and caustic paste methods. *Journal of Dairy Science*, sous presse. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26687>.

Ede T., von Keyserlingk M.A.G. et Weary D.M. (2019) Assessing the affective component of pain, and the efficacy of pain control, using conditioned place aversion in calves. *Biology Letters*, vol. 15, n° 10, p. 20190642.

Endres M. et Schwartzkopf-Genswein K. (2018) Overview of cattle production systems. *Advances in Cattle Welfare*, vol. 1, n° 26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100938-3.00001-2>.

Erickson S.E. (2023) Epidemiology of hoof-related lameness in western Canadian feedlot cattle. Thèse de doctorat. Regina (Saskatchewan) : University of Saskatchewan.

Erickson S.E., Jelinski M.D., Booker C.W., Janzen E. et Schwartzkopf-Genswein K. (2024) A review of foot-related lameness in feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 104, n° 4.

Ferree L.A., Edwards-Callaway L.N., Roman-Muniz I.N., Coetzee J.H., Applegate T.J., Ollivett T.L. et Cramer M.C. (2023) Oral meloxicam given as an ancillary treatment at respiratory disease diagnosis was not associated with growth, clinical scores, or ultrasound scores in preweaned dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 261, n° 11, p. 1716-1723.

Flower F.C., Sedlbauer M., Carter E., Von Keyserlingk M.A.G., Sanderson D.J. et Weary D.M. (2008) Analgesics improve the gait of lame dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 91, n° 8, p. 3010-3014.

Font-i-Furnols M., Claret A., Guerrero L. et Dalmau A. (2022) Consumers' expectations about meat from surgical castrated or immunocastrated male and female Iberian pigs. *Animals*, vol. 12, n° 4, p. 468. <https://doi.org/10.3390/ani12040468>.

Gaab T., Wright M. et Pierdon M. (2022) Behavioral and physiological response to routine thermal disbudding in dairy calves treated with transdermal flunixin meglumine. *Animals*, vol. 12, n° 5, p. 533.

Gellatly D., Marti S., Pajor E.A., Meléndez D.M., Moya D., Janzen E.D., Yang X., Milani M.R. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2021) Effect of a single subcutaneous injection of meloxicam on chronic indicators of pain and inflammatory responses in 2-month-old knife and band-castrated beef calves housed on pasture. *Livestock Science*, vol. 244, n° 13, p. 104305.

Gladden N., Ellis K., Martin J., Viora L. et McKeegan D. (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 Behaviour Science*, vol. 212, p. 19-29.

Gladden N., Ellis K., Martin J. et McKeegan D. (2021) Administration of ketoprofen affects post-partum lying behaviours of Holstein dairy cows regardless of whether parturition is assisted. *Veterinary Record*, vol. 189, n° 6.

Glynn H.D., Coetzee J.F., Edwards-Callaway L.N., Dockweiler J.C., Allen K.A., Lubbers B., Jones M., Fraccaro E., Bergamasco L.L. et KuKanich B. (2013) The pharmacokinetics and effects of meloxicam, gabapentin, and flunixin in postweaning dairy calves following dehorning with local anesthesia. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, vol. 36, n° 6, p. 550-561.

Guatteo R., Lesort C. et Touzot-Jourde G. (2022) Impact of meloxicam administration in cows prior to caesarean section on the efficacy of passive immunity transfer in calves. *Animals*, vol. 13, n° 1, p. 37.

Guzel M., Karakurum M.C., Durgut R. et Mamak N. (2010) Clinical efficacy of diclofenac sodium and flunixin meglumine as adjuncts to antibacterial treatment of respiratory disease of calves. *Australian Veterinary Journal*, vol. 88, n° 6, p. 236-239.

Haskell M.J., Simm G. et Turner S.P. (2014) Genetic selection for temperament traits in dairy and beef cattle. *Frontiers in Genetics*, vol. 5, p. 368. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00368>.

Hernandez A., Trindade P.H., Paranhos Da Costa M.J., Jung J. et Berg C. (2022) Limited effects of pain control treatments on behaviour and weight gain of pure and crossbred Nellore heifer calves when subjected to hot-iron branding. *Animals*, vol. 12, n° 22, p. 3143.

Homerovsky E.R., Caulkett N.A., Timsit E., Pajor E.A., Kastelic J.P. et Windeyer M.C. (2017a) Clinical indicators of blood gas disturbances, elevated L-lactate concentration and other abnormal blood parameters in newborn beef calves. *The Veterinary Journal*, vol. 219, p. 49-57.

Homerovsky E.R., Timsit E., Pajor E.A., Kastelic J.P. et Windeyer M.C. (2017b) Predictors and impacts of colostrum consumption by 4 h after birth in newborn beef calves. *The Veterinary Journal*, vol. 228, p. 1-6.

Hulbert L.E. et Moisé S.J. (2016) Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 99, n° 4, p. 3199-3216. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10198>.

Kasiora K., Anagnostopoulos A., Bedford C., Menka T., Barden M., Griffiths B.E., Achard D., Timms K., Machado V.S., Coates A. et Oikonomou G. (2022) Evaluation of the use of ketoprofen for the treatment of digital dermatitis in dairy cattle: A randomised, positive controlled, clinical trial. *Veterinary Record*, vol. 190, n° 6, p. e977.

Keogh L.A., Edwards-Callaway L., Cramer C., Wolfe B. et Engle T. (2024) Effect of hot-iron brand size and meloxicam on behavior, health, and performance of beef calves in a pasture setting. Mémoire de maîtrise ès sciences. Fort Collins (Colorado) : Colorado State University.

- Kleinhenz M.D., Van Engen N.K., Smith J.S., Gorden P.J., Ji J., Wang C., Perkins S.C. et Coetzee J.F. (2018) The impact of transdermal flunixin meglumine on biomarkers of pain in calves when administered at the time of surgical castration without local anesthesia. *Livestock Science*, vol. 212, p. 1-6.
- Knierim U., Irrgang N. et Roth B.A. (2015) To be or not to be horned—Consequences in cattle. *Livestock Science*, vol. 179, p. 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.014>.
- Kovács L., Kézér F.L., Ruff F., Samardzija M. et Szenci O. (2022) Single-dose meloxicam treatment improves standing ability of low-vitality dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n° 2, p. 1618-1624.
- Kulow M., Merkatoris P., Anklam K.S., Rieman J., Larson C., Branine M. et Döpfer D. (2017) Evaluation of the prevalence of digital dermatitis and the effects on performance in beef feedlot cattle under organic trace mineral supplementation. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 8, p. 3435-3444.
- Lauder J.K., Marti S., Schwartzkopf-Genswein K.S., Jelinski M.D. et Janzen E.D. (2020) Measuring behavioral and physiological responses to pain mitigation for ovarietomy in *Bos taurus* yearling beef heifers. *Journal of Animal Science*, vol. 98, n° 1, p. skz386.
- Laurence M., Barnes A., Collins T., Hyndman T. et Musk G.C. (2016) Assessing and mitigating post-operative castration pain in *Bos indicus* cattle. *Animal Production Science*, vol. 58, n° 5, p. 909-919.
- Lockwood P.W., Johnson J.C. et Katz T.L. (2003) Clinical efficacy of flunixin, carprofen and ketoprofen as adjuncts to the antibacterial treatment of bovine respiratory disease. *Veterinary Record*, vol. 152, n° 13, p. 392-394.
- Lucio C., Windeyer M.C., Larson K., Pajor E.A. et Pearson J.M. (2024a) Economic analysis of calving assistance on western Canadian cow-calf operations. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol. 56, n° 2, p. 297-309.
- Lucio C., Windeyer M.C., Pajor E.A., Larson K. et Pearson J.M. (2024b) The effects of a nonsteroidal anti-inflammatory drug on the behavioural and physiological parameters of beef cows and calves assisted at calving. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 273, p. 106217.
- Lutz J., Burla J.B., Gygax L., Wechsler B., Würbel H. et Friedli K. (2019) Horned and dehorned dairy cows differ in the pattern of agonistic interactions investigated under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 218, p. 104819.
- Mainau E., Cuevas A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Abbeloos E. et Manteca X. (2014) Effect of meloxicam administration after calving on milk production, acute phase proteins, and behavior in dairy cows. *Journal of Veterinary Behavior*, vol. 9, n° 6, p. 357-363.
- Mancke M.R., Bortoluzzi E.M., Dahmer P. et White B.J. (2025) The use of lidocaine-infused castration bands to castrate beef-dairy calves and its effect on animal welfare and performance. *Animals*, vol. 15, n° 4, p. 538. <https://doi.org/10.3390/ani15040538>.

Marchesini G., Mottaran D., Contiero B., Schiavon E., Segato S., Garbin E., Tenti S. et Andrighetto I. (2018) Use of rumination and activity data as health status and performance indicators in beef cattle during the early fattening period. *The Veterinary Journal*, vol. 231, p. 41-47.

Marquette G.A., McGee M., Fisher A.D., Stanger K. et Earley B. (2021) Effect of age of suckler beef calves on stress indicators and growth performance in response to Burdizzo castration. *Journal of Applied Animal Research*, vol. 49, n° 1, p. 221-233.

Marquette G.A., Ronan S. et Earley B. (2023) Review: Castration—Animal welfare considerations. *Journal of Applied Animal Research*, vol. 51, n° 1, p. 703-718.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2273270>.

Marti S., Devant, M., Amatayakul-Chantler S., Jackson J.A., Lopez E., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2015) Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 93, n° 4, p. 1581-1591.

Marti S., Meléndez D.M., Pajor E.A., Moya D., Heuston C.E., Gellatly D., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2017) Effect of band and knife castration of beef calves on welfare indicators of pain at three relevant industry ages: II. Chronic pain. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 10, p. 4367-4380.

Marti S., Meléndez D.M., Pajor E.A., Moya D., Gellatly D., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2018) Effect of a single dose of subcutaneous meloxicam prior to band or knife castration in 1-wk-old beef calves: II. Inflammatory response and healing. *Journal of Animal Science*, vol. 96, n° 10, p. 4136-4148.

Marti S., Jelinski M.D., Janzen E.D., Jelinski M.J., Dorin C.L., Orsel K., Pajor E.A., Shearer J., Millman S.T. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2021) A prospective longitudinal study of risk factors associated with cattle lameness in southern Alberta feedlots. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 101, n° 4, p. 647-654.

Martin M.S., Kleinhenz M.D., Viscardi A.V., Curtis A.K., Johnson B.T., Montgomery S.R., Lou M.E. et Coetzee J.F. (2022a) Effect of bupivacaine liposome suspension administered as a local anesthetic block on indicators of pain and distress during and after surgical castration in dairy calves. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 1, p. skab378.

Martin M.S., Kleinhenz M.D., Edwards-Callaway L.N., Engle T.E., Guimaraes O., Schafer D.W., Montgomery S.R., Curtis A.K., Weeder M.M., Jacobs D.R. et Coetzee J.F. (2022b) The effect of breed, sex, and oral meloxicam administration on pain biomarkers following hot-iron branding in Hereford and Angus calves. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 3, p. skac038.

Martin M.S., Kleinhenz M.D., White B.J., Johnson B.T., Montgomery S.R., Curtis A.K., Weeder M.M., Blasi D.A., Almes K.M., Amachawadi R.G. et Salih H.M. (2022c) Assessment of pain associated with bovine respiratory disease and its mitigation with flunixin meglumine in cattle with induced bacterial pneumonia. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 2, p. skab373.

- Mason W.A., Cuttance E.L., Müller K.R., Huxley J.N. et Laven R.A. (2022) Graduate student literature review: A systematic review on the associations between nonsteroidal anti-inflammatory drug use at the time of diagnosis and treatment of claw horn lameness in dairy cattle and lameness scores, algometer readings, and lying times. *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n° 11, p. 9021-9037.
- Masebo N.T., Marliani G., Shannon Del Re F., Abram L., Cavallini D., Di Pietro M., Beltrame A., Schiavon E., Bolcato M., Hernandez Bermudez J. et Gentile A. (2024) Evaluation of antimicrobial and non-steroidal anti-inflammatory treatments for BRD on health and welfare in fattening bulls: A cross-sectional study. *Veterinary Quarterly*, vol. 44, n° 1, p. 1-11.
- Mauffré V., Cardot T., Belbis G., Plassard V., Constant F., Bernard S., Roch N., Bohy A., Nehlig N., Ponter A. et Grimard B. (2021) Meloxicam administration in the management of postoperative pain and inflammation associated with caesarean section in beef heifers: Evaluation of reproductive parameters. *Theriogenology*, vol. 175, p. 148-154.
- McCosker K., Letchford P., Petherick J.C., Meyer D. et McGowan M. (2010) Morbidity, mortality and body weight gain of surgically spayed, yearling Brahman heifers. *Australian Veterinary Journal*, vol. 88, n° 12, p. 497-503.
- Mee J.F. (2004) Managing the dairy cow at calving time. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, vol. 20, n° 3, p. 521-546.
- Mee J.F. (2008) Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *The Veterinary Journal*, vol. 176, n° 1, p. 93-101.
- Meléndez D.M., Marti S., Pajor E.A., Moya D., Heuston C.E., Gellatly D., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2017a) Effect of band and knife castration of beef calves on welfare indicators of pain at three relevant industry ages: I. Acute pain. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 10, p. 4352-4366.
- Meléndez D.M., Marti S., Pajor E.A., Moya D., Gellatly D., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2017b) Effect of timing of subcutaneous meloxicam administration on indicators of pain after knife castration of weaned calves. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 12, p. 5218-5229.
- Meléndez D.M., Marti S., Pajor E.A., Moya D., Gellatly D., Janzen E.D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2018a) Effect of a single dose of meloxicam prior to band or knife castration in 1-wk-old beef calves: I. Acute pain. *Journal of Animal Science*, vol. 96, n° 4, p. 1268-1280.
- Meléndez D.M., Marti S., Pajor E.A., Sidhu P.K., Gellatly D., Moya D., Janzen E.D., Coetzee J.F. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2018b) Effect of meloxicam and lidocaine administered alone or in combination on indicators of pain and distress during and after knife castration in weaned beef calves. *PLoS One*, vol. 13, n° 11, p. e0207289.
- Meléndez D.M., Marti S., Pajor E.A., Sidhu P.K., Gellatly D., Janzen E.D., Schwinghamer T.D., Coetzee J.F. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2019) Pharmacokinetics of oral and subcutaneous

meloxicam: Effect on indicators of pain and inflammation after knife castration in weaned beef calves. *PLoS One*, vol. 14, n° 5, p. e0217518.

Meléndez D.M., Marti S., Gellatly D., Moya D. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2025) Can we mitigate pain associated with castration in beef cattle at early (<6 months of age) ages? A review from a Canadian perspective. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 105, p. 1-31. <https://doi.org/10.1139/cjas-2024-0033>.

Mirra A., Spadavecchia C., Bruckmaier R., Gutzwiller A. et Casoni D. (2018) Acute pain and peripheral sensitization following cautery disbudding in 1-and 4-week-old calves. *Physiology & Behavior*, vol. 184, p. 248-260.

Moggy M.A., Pajor E.A., Thurston W.E., Parker S., Greter A.M., Schwartzkopf-Genswein K.S., Campbell J.R. et Windeyer M.C. (2017) Management practices associated with pain in cattle on western Canadian cow-calf operations: A mixed methods study. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 2, p. 958-969.

Moya D., González L.A., Janzen E., Caulkett N.A., Fireheller E. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2014) Effects of castration method and frequency of intramuscular injections of ketoprofen on behavioral and physiological indicators of pain in beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 4, p. 1686-1697.

Moya D., Campbell J., Schwartzkopf-Genswein K., Olson M., Allan N., Ross J. et Ralston B. (2024) Reducing the pain of band castration. Disponible à l'adresse : <https://www.beefresearch.ca/fr/fact-sheets/reducing-the-pain-of-band-castration/>.

Murray C.F., Duffield T.F., Haley D.B., Pearl D.L., Veira D.M., Deelen S.M. et Leslie K.E. (2016) The effect of meloxicam NSAID therapy on the change in vigor, suckling reflex, blood gas measures, milk intake and other variables in newborn dairy calves. *Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, vol. 4, n° 1, p. 103.

Mushtaq S., Das Y.K. et Aksoy A. (2025) Comparison of the inhibitory effects of flunixin meglumine and meloxicam on the smooth muscles motility of the gastrointestinal tract of cattle. *Veterinary Medicine and Science*. <https://doi.org/10.1002/vms3.70190>.

Nagel D., Wieringa R., Ireland J. et Olson M.E. (2016) The use of meloxicam oral suspension to treat musculoskeletal lameness in cattle. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, vol. 11, p. 149-155.

Neely C.D., Thomson D.U., Kerr C.A. et Reinhardt C.D. (2014) Effects of three dehorning techniques on behavior and wound healing in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 5, p. 2225-2229.

Newby N.C., Pearl D.L., LeBlanc S.J., Leslie K.E., von Keyserlingk M.A.G. et Duffield T.F. (2013) Effects of meloxicam on milk production, behavior, and feed intake in dairy cows following assisted calving. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, n° 6, p. 3682-3688.

- Newby N.C., Renaud D., Tremblay R. et Duffield T.F. (2014) Evaluation of the effects of treating dairy cows with meloxicam at calving on retained fetal membranes risk. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 55, n° 12, p. 1196.
- Newby, N., Haley, D., Shock, D., Lissemore, K., Millman, S., Iliopoulos, S., Duffield, T. (2016) Comparing caustic paste vs caustic stick vs hot- iron+lidocaine disbudding in young dairy calves: behavioral response following disbudding and healing. *The Bovine Practitioner*, vol. 50, n° 2, p. 196-201. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol50no2p196-201>
- Newby N.C., Leslie K.E., Dingwell H.P., Kelton D.F., Weary D.M., Neuder L., Millman S.T. et Duffield T.F. (2017) The effects of periparturient administration of flunixin meglumine on the health and production of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, n° 1, p. 582-587.
- Nogues E., Stojkov J., Jonoska Stojkova B., von Keyserlingk M.A.G. et Weary D.M. (2025) Efficacy of pain management for cattle castration: A systematic review and meta-analysis. *Animal Welfare*, vol. 34, n° e43, p. 1-10. <https://doi.org/10.1017/awf.2025.10016>.
- Nordi W.M., Marti S., Gellatly D., Meléndez D.M., González L.A., McAllister T.A., Fierheller E.E., Caulkett N.A., Janzen E. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2019) Effect of preemptive flunixin meglumine and lidocaine on behavioral and physiological indicators of pain post-band and knife castration in 6-mo-old beef calves. *Livestock Science*, vol. 230, p. 103838.
- Norrington M., Mintline E.M. et Tucker C.B. (2017) The age of surgical castration affects the healing process in beef calves. *Translational Animal Science*, vol. 1, n° 3, p. 358-366.
- Ollivett T.L., Leslie K.E., Duffield T.F., Nydam D.V., Hewson J., Caswell J., Dunn P. et Kelton D.F. (2018) Field trial to evaluate the effect of an intranasal respiratory vaccine protocol on calf health, ultrasonographic lung consolidation, and growth in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n° 9, p. 8159-8168.
- Olson M.E., Ralston B., Burwash L., Matheson-Bird H. et Allan N.D. (2016) Efficacy of oral meloxicam suspension for prevention of pain and inflammation following band and surgical castration in calves. *BMC Veterinary Research*, vol. 12, p. 1-1.
- Park S.J., Piao M., Kim H., Kang H.J., Fassah D.M., Kim S.Y., Na S.W., Kim M. et Baik M. (2020) Effects of dehorning and lidocaine-plus-flunixin treatment on indicators of stress and acute inflammation, behaviors, and their association in Korean cattle bull calves. *Livestock Science*, vol. 241, p. 104198.
- Pearson J.M., Pajor E.A., Caulkett N.A., Levy M., Campbell J.R. et Windeyer M.C. (2019a) Benchmarking calving management practices on western Canada cow–calf operations. *Translational Animal Science*, vol. 3, n° 4, p. 1446-1459.
- Pearson J.M., Pajor E.A., Campbell J.R., Caulkett N.A., Levy M., Dorin C. et Windeyer M.C. (2019b) Clinical impacts of administering a nonsteroidal anti-inflammatory drug to beef calves after assisted calving on pain and inflammation, passive immunity, health, and growth. *Journal of Animal Science*, vol. 97, n° 5, p. 1996-2008.

- Pearson J.M., Pajor E., Campbell J., Levy M., Caulkett N. et Windeyer M.C. (2019c) 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, n° 1, p. e000364.
- Pearson J.M., Homerosky E.R., Caulkett N.A., Campbell J.R., Levy M., Pajor E.A. et Windeyer M.C. (2019d) Quantifying subclinical trauma associated with calving difficulty, vigour, and passive immunity in newborn beef calves. *Veterinary Record Open*, vol. 6, n° 1, p. e000325.
- Pearson J.M., Thomsen C., Kusler A., Pajor E.A., Gurdita A., Ungrin M.D. et Windeyer M.C. (2020) Quantifying the forces applied during manually and mechanically assisted calvings in beef cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 7, p. 459.
- Petherick J.C., McCosker K., Mayer D.G., Letchford P. et McGowan M. (2011) Preliminary investigation of some physiological responses of *Bos indicus* heifers to surgical spaying. *Australian Veterinary Journal*, vol. 89, n° 4, p. 131-137.
- Petherick J.C., McCosker K., Mayer D.G., Letchford P. et McGowan M. (2013) Evaluation of the impacts of spaying by either the dropped ovary technique or ovariectomy via flank laparotomy on the welfare of *Bos indicus* beef heifers and cows. *Journal of Animal Science*, vol. 91, n° 1, p. 382-394.
- Petherick J.C., Small A.H., Reid D.J., Colditz I.G. et Ferguson D.M. (2015) Welfare outcomes for 3-and 6-month-old beef calves in a tropical environment castrated surgically or by applying rubber rings. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 171, p. 47-57.
- Pillen J.L., Pinedo P.J., Ives S.E., Covey T.L., Naikare H.K. et Richeson J.T. (2016) Alteration of activity variables relative to clinical diagnosis of bovine respiratory disease in newly received feed lot cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 50, n° 1, p. 1-8.
- Pinner K.K. (2006) Lack of animal welfare assessment regarding trans-vaginal spaying of heifers. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 47, n° 3, p. 266.
- Popp J.D., McAllister T.A., Burgevitz W.J., Kemp R.A., Kastelic J.P. et Cheng K.J. (1997) Effect of trenbolone acetate/estradiol implants and estrus suppression on growth performance and carcass characteristics of beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 77, n° 2, p. 325-328.
- Prado I.N., Campo M.M., Muela E., Valero M.V., Catalan O., Olleta J.L. et Sañudo C. (2014) Effects of castration age, dietary protein level and lysine/methionine ratio on animal performance, carcass and meat quality of Friesian steers intensively reared. *Animals*, vol. 8, n° 9, p. 1561-1568.
- Prior S., Blackie N., Fishwick J. et Mahendran S.A. (2023) Randomised control trial investigating the efficacy of meloxicam and sodium salicylate non-steroidal anti-inflammatory drugs for calf cautery disbudding. *Animals*, vol. 13, n° 11, p. 1768.

Qi J., Fang J., Huang F., Li Z., Kumbhar M.A., Guo H., Ren Z., Geng Y., Deng J. et Zuo Z. (2024) Effects of meloxicam on the welfare of Holstein calves from 6 weeks to 6 months old undergoing amputation dehorning. *Journal of Dairy Science*, vol. 107, n° 8, p. 6065-6078.

Randhawa I.A., McGowan M.R., Porto-Neto L.R., Hayes B.J. et Lyons R.E. (2021) Comparison of genetic merit for weight and meat traits between the polled and horned cattle in multiple beef breeds. *Animals*, vol. 11, n° 3, p. 870.

Reedman C.N., Duffield T.F., DeVries T.J., Lissemore K.D., Karrow N.A., Li Z. et Winder C.B. (2020) Randomized control trial assessing the efficacy of pain control strategies for caustic paste disbudding in dairy calves younger than 9 days of age. *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n° 8, p. 7339-7350.

Reedman C.N., Duffield T.F., DeVries T.J., Lissemore K.D., Duncan I.J. et Winder C.B. (2021) Randomized controlled trial assessing the effects of xylazine sedation in 2- to 6-week-old dairy calves disbudded with a cautery iron. *Journal of Dairy Science*, vol. 104, n° 5, p. 5881-5897.

Reedman C.N., Duffield T.F., DeVries T.J., Lissemore K.D. et Winder C.B. (2022a) Graduate student literature review: role of pain mitigation on the welfare of dairy calves undergoing disbudding. *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n° 8, p. 6809-6819.

Reedman C.N., Duffield T.F., DeVries T.J., Lissemore K.D., Adcock S.J., Tucker C.B., Parsons S.D. et Winder C.B. (2022b) Effect of plane of nutrition and analgesic drug treatment on wound healing and pain following cautery disbudding in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n° 7, p. 6220-6239.

Roberts S.L., Hughes H.D., Burdick Sanchez N.C., Carroll J.A., Powell J.G., Hubbell D.S. et Richeson J.T. (2015) Effect of surgical castration with or without oral meloxicam on the acute inflammatory response in yearling beef bulls. *Journal of Animal Science*, vol. 93, n° 8, p. 4123-4131.

Roberts S.L., Powell J.G., Hughes H.D. et Richeson J.T. (2018) Effect of castration method and analgesia on inflammation, behavior, growth performance, and carcass traits in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 96, n° 1, p. 66-75.

Roche S.M., Renaud D.L., Saraceni J., Kelton D.F. et DeVries T.J. (2024) Invited review: Prevalence, risk factors, treatment, and barriers to best practice adoption for lameness and injuries in dairy cattle—A narrative review. *Journal of Dairy Science*, vol. 107, n° 6, p. 3347-3366.

Ross J.A., Roche S.M., Beaugrand K., Schatz C., Hammad A., Ralston B.J., Hanson A.M., Allan N. et Olson M. (2024) Assessment of the effective tissue concentrations of injectable lidocaine and a lidocaine-impregnated latex band for castration in calves. *Animals*, vol. 14, n° 6, p. 977.

Rudd S., Lomax S., White P.J. et Van der Saag D. (2025) Self administration of meloxicam via medicated molasses lick blocks may improve welfare of castrated calves. *Animals*, vol. 15, n° 3, p. 442. <https://doi.org/10.3390/ani15030442>.

Sadiq M.B., Ramanoon S.Z., Syed-Hussain S.S., Mansor R., Mossadeq W.M. et Degu N.Y. (2024) Treatment modalities for claw horn lesions and their effects on locomotion scores, gait properties, lesion progression, and nociceptive threshold in dairy cows: A systematic review. *Research in Veterinary Science*, vol. 181, p. 105448.

Saville J.W., Ross J.A., Trefz T., Schatz C., Matheson-Bird H., Ralston B., Granot O., Schmid K., Terry R., Allan N.D. et Wulff J.E. (2020) Development and field validation of lidocaine-loaded castration bands for bovine pain mitigation. *Animals*, vol. 10, n° 12, p. 2363.

Scerri T., Lomax S., Thomson P., Kimble B., White P., Govendir M., Clark C. et Van der Saag D. (2025) Medicated meloxicam pellets reduce some indicators of pain in disbudded dairy calves. *Animals*, vol. 15, n° 11, p. 1641. <https://doi.org/10.3390/ani15111641>.

Schwartzkopf-Genswein K., Stookey J., Berg J., Campbell J., Haley D., Pajor E. et McKillop I. (2012) *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins de boucherie : Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires*. Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage.

Sewalem A., Miglior F., Kistemaker G.J., Sullivan P.V. et Van Doormaal B.J. (2008) Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 91, n° 4, p. 1660-1668.

Shock D.A., Renaud D.L., Roche S.M., Poliquin R., Thomson R. et Olson M.E. (2018) Evaluating the impact of meloxicam oral suspension administered at parturition on subsequent production, health, and culling in dairy cows: A randomized clinical field trial. *PLoS One*, vol. 13, n° 12, p. e0209236.

Stafford K.J. et Mellor D.J. (2005a) Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. *The Veterinary Journal*, vol. 169, n° 3, p. 337-349.

Stafford K.J. et Mellor D.J. (2005b) The welfare significance of the castration of cattle: a review. *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 53, p. 271-278.

Stafford K.J. et Mellor D.J. (2011) Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 135, n° 3, p. 226-231.

Steagall P.V., Bustamante H., Johnson C.B. et Turner P.V. (2021) Pain management in farm animals: Focus on cattle, sheep and pigs. *Animals*, vol. 11, n° 6, p. 1483. <https://doi.org/10.3390/ani11061483>.

Stilwell G., Schubert H. et Broom D.M. (2014) Effects of analgesic use postcalving on cow welfare and production. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, n° 2, p. 888-891.

Stock M.L., Baldrige S.L., Griffin D. et Coetzee J.F. (2013) Bovine dehorning: Assessing pain and providing analgesic management. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, vol. 29, n° 1, p. 103-133.

Stock M.L. et Coetzee J.F. (2015) Clinical pharmacology of analgesic drugs in cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, vol. 31, n° 1, p. 113-138.

Stock M.L., Kleinhenz M.D., Mazloom R., Jaber-Douraki M., Barth L.A., Van Engen N.K., Voris E.A., Wang C. et Coetzee J.F. (2021) A field trial comparing four oral nonsteroidal anti-inflammatory drugs on controlling cautery dehorning pain and stress in calves. *Translational Animal Science*, vol. 5, n° 2, p. txab041.

Sutherland M.A., Huddart F.J. et Stewart M. (2019) Short Communication: Evaluation of the efficacy of novel disbudding methods for dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, n° 1, p. 666-671. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15230>.

Swartz T.H., Schramm H.H., Bewley J.M., Wood C.M., Leslie K.E. et Petersson-Wolfe C.S. (2018) Meloxicam administration either prior to or after parturition: Effects on behavior, health, and production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n° 11, p. 10151-10167.

Swartz T.H., Bryant D.M., Schramm H.H., Duncan A.J., White R.R., Wood C.M. et Petersson-Wolfe C.S. (2023) The effects of dexamethasone administration on physiological, behavioral, and production parameters in dairy cows after a difficult calving. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, n° 1, p. 653-663.

Thomas H.J., Miguel-Pacheco G.G., Bollard N.J., Archer S.C., Bell N.J., Mason C., Maxwell O.J., Remnant J.G., Sleeman P., Whay H.R. et Huxley J.N. (2015) Evaluation of treatments for claw horn lesions in dairy cows in a randomized controlled trial. *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n° 7, p. 4477-4486.

Thomas A.D., Orsel K., Cortés J.A. et Pajor E.A. (2021) Impact of digital dermatitis on feedlot cattle behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 244, p. 105468.

Thomas A.D., Orsel K. et Pajor E.A. (2022a) Impact of digital dermatitis on locomotion and gait traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 10, p. skac262.

Thomas A.D., Orsel K., Cortés J.A. et Pajor E.A. (2022b) Objective determination and quantification of pain and inflammation associated with digital dermatitis in feedlot cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 253, p. 105684.

Thomsen P.T., Hansen J.H. et Herskin M.S. (2021) Dairy calves show behavioural responses to hot iron disbudding after local anaesthesia with procaine. *Veterinary Record*, vol. 188, n° 4, p. e52.

Toaff-Rosenstein R.L., Gershwin L.J., Zanella A.J. et Tucker C.B. (2016) The sickness response in steers with induced bovine respiratory disease before and after treatment with a non-steroidal anti-inflammatory drug. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 181, p. 49-62.

Toaff-Rosenstein R.L. et Tucker C.B. (2018) The sickness response at and before clinical diagnosis of spontaneous bovine respiratory disease. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 201, p. 85-92.

Tucker C.B., Mintline E.M., Banuelos J., Walker K.A., Hoar B., Varga A., Drake D. et Weary D.M. (2014a) Pain sensitivity and healing of hot-iron cattle brands. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 12, p. 5674-5682.

Tucker C.B., Mintline E.M., Banuelos J., Walker K.A., Hoar B., Drake D. et Weary D.M. (2014b) Effect of a cooling gel on pain sensitivity and healing of hot-iron cattle brands. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 12, p. 5666-5673.

Vindevoghel T.V., Fleming P.A., Hyndman T.H., Musk G.C., Laurence M. et Collins T. (2019) Qualitative behavioural assessment of *Bos indicus* cattle after surgical castration. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 211, p. 95-102.

Wagner B.K., Nixon E., Robles I., Baynes R.E., Coetzee J.F. et Pairis-Garcia M.D. (2021) Non-steroidal anti-inflammatory drugs: Pharmacokinetics and mitigation of procedural-pain in cattle. *Animals*, vol. 11, n° 2, p. 282. <https://doi.org/10.3390/ani11020282>.

Waldner C.L. (2014) Cow attributes, herd management and environmental factors associated with the risk of calf death at or within 1 h of birth and the risk of dystocia in cow-calf herds in western Canada. *Livestock Science*, vol. 163, p. 126-139.

Waldner C., Windeyer M.C., Rousseau M. et Campbell J. (2024) The Canadian Cow-Calf Surveillance Network—Productivity and health summary 2018 to 2022. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 11, p. 1392166.

Wang C., Yang C., Zeng Y. et Zhang M. (2023) GnRH-immunocastration: An alternative method for male animal surgical castration. *Frontiers in Veterinary Medicine*, vol. 10, p. 248879.

Warner R., Kleinhenz M.D., Ydstie J.A., Schleining J.A., Wulf L.W., Coetzee J.F. et Gorden P.J. (2021) Randomized controlled trial comparison of analgesic drugs for control of pain associated with induced lameness in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 104, n° 2, p. 2040-2055.

Webster H.B., Morin D., Jarrell V., Shipley C., Brown L., Green A., Wallace R. et Constable P.D. (2013) Effects of local anesthesia and flunixin meglumine on the acute cortisol response, behavior, and performance of young dairy calves undergoing surgical castration. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, n° 10, p. 6285-6300.

Weese J.S. et Jack D.C. (2008) Needlestick injuries in veterinary medicine. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 49, n° 8, p. 780-4. PMID : 18978971 ; PMCID : PMC2465782.

Wilson J.P., Green M.J., Randall L.V., Rutland C.S., Bell N.J., Hemingway-Arnold H., Thompson J.S., Bollard N.J. et Huxley J.N. (2022) Effects of routine treatment with nonsteroidal anti-inflammatory drugs at calving and when lame on the future probability of lameness and culling in dairy cows: A randomized controlled trial. *Journal of Dairy Science*, vol. 105, n° 7, p. 6041-6054.

Winder C.B., Miltenburg C.L., Sargeant J.M., LeBlanc S.J., Haley D.B., Lissemore K.D., Godkin M.A. et Duffield T.F. (2018) Effects of local anesthetic or systemic analgesia on pain

associated with cautery disbudding in calves: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n° 6, p. 5411-5427.

Wolfger B., Schwartzkopf-Genswein K.S., Barkema H.W., Pajor E.A., Levy M. et Orsel K. (2015) Feeding behavior as an early predictor of bovine respiratory disease in North American feedlot systems. *Journal of Animal Science*, vol. 93, n° 1, p. 377-385.

Yu A., Van der Saag D., Letchford P., Windsor P. et White P. (2020) Preliminary investigation to address pain and haemorrhage following the spaying of female cattle. *Animals*, vol. 10, n° 2, p. 249.

Zoltick A.H., Mann S. et Coetzee J.F. (2024) Pain pathophysiology and pharmacology of cattle: How improved understanding can enhance pain prevention, mitigation, and welfare. *Frontiers in Pain Research*, vol. 5. <https://doi.org/10.3389/fpain.2024.1396992>.

3 État de santé à différents stades de la production

3.1 Gestion de la santé dans le secteur vache-veau

Conclusions :

1. **Le complexe respiratoire bovin (CRB), la diarrhée et les infections ombilicales sont les principales causes de la morbidité des veaux dans les troupeaux vaches-veaux canadiens, mais l'utilisation globale d'antimicrobiens est relativement faible.**
2. **La saison hâtive de vêlage (de décembre à mars) et les saisons de vêlage prolongées sont systématiquement associées à des risques plus élevés de traitements en raison de maladies des veaux, de mortalité et d'éclosions de diarrhée et du CRB.**
3. **Les pratiques de gestion comme l'administration rapide de colostrum, l'intervention après un vêlage difficile et les mélanges minimaux de troupeaux sont de bonnes stratégies pour améliorer l'état de santé des veaux.**
4. **La vaccination des mères contre les agents pathogènes associés à la diarrhée, notamment *Escherichia coli*, réduirait les risques de maladie; tandis que l'efficacité des stratégies de vaccination contre le CRB est plus controversée.**
5. **Plusieurs stratégies de gestion sont prometteuses, mais les preuves disponibles manquent généralement de certitude. Il faudrait davantage d'études de cohorte et d'essais contrôlés randomisés.**

Le bon fonctionnement des systèmes de production vache-veau est tributaire du maintien en santé des veaux; les maladies précoces ont des conséquences permanentes sur le bien-être animal, la productivité et l'utilisation des antimicrobiens (UAM). Touchant fréquemment les veaux de boucherie non sevrés, la diarrhée et le CRB sont des troubles qui présentent la plus grande incidence économique. Une gestion efficace de la santé passe par un dépistage précoce de la maladie, l'application de stratégies préventives et un traitement ciblé lorsque nécessaire. Point très important : la gestion des antimicrobiens est essentielle, puisqu'elle permet d'en faire une utilisation judicieuse pour préserver leur efficacité tout en veillant à ne pas compromettre la santé et le bien-être de l'animal. La présente section dresse un portrait des recherches récentes sur la prévalence et la gestion de ces troubles de santé dans les troupeaux vaches-veaux, et s'intéresse particulièrement aux données probantes recueillies depuis 2012.

3.1.1 Prévalence de la maladie

Les recherches récentes mettent en lumière l'importance de la prévalence des problèmes de santé majeurs qui touchent les troupeaux canadiens de vaches-veaux. Wilhelm et coll. (2023) ont mené une revue exploratoire sur l'UAM et la résistance aux antimicrobiens (RAM) dans des troupeaux canadiens et états-unis de vaches-veaux. Des 23 études retenues, la plupart rapportaient de rares UAM; moins de 10 % des veaux ont été traités pour les principales maladies comme le CRB, la diarrhée, et les infections ombilicales. Deux études canadiennes ont dressé un portrait approximatif de l'UAM au sein des troupeaux. D'après une enquête de 2013-2014, 71 % des

exploitations traitaient moins de 5 % des vaches avec des antimicrobiens et 46 % des exploitations traitaient moins de 5 % des veaux (Waldner et coll., 2019). D'après une enquête menée en 2019-2020, 91 % des exploitations traitaient moins de 5 % des vaches et 88 % traitaient moins de 5 % des veaux (Fossen et coll., 2023). Ce sont la conjonctivite et la boiterie qui justifiaient le plus souvent l'utilisation d'antimicrobiens chez la vache, alors que chez les veaux, il s'agissait du CRB, de la diarrhée et des infections ombilicales. Selon la revue de Wilhelm et coll. (2023), la taille du troupeau ainsi que la catégorie de bovin seraient d'importants prédicteurs de l'UAM; la probabilité de traitement était supérieure chez les veaux et dans les troupeaux de grande taille. Les exploitations qui désinfectaient les abreuvoirs ou mettaient en quarantaine les nouveaux animaux étaient moins susceptibles d'utiliser des antimicrobiens, tandis que les troupeaux qui restaient propriétaires des veaux après le sevrage étaient plus susceptibles d'utiliser des antimicrobiens de catégorie I (classement de Santé Canada).

Waldner et coll. (2022) ont fourni des estimations des tendances de traitement de maladie dans les troupeaux vaches-veaux de l'Ouest canadien. Parmi les 89 exploitations sondées, le CRB était la principale cause de traitement, lequel touchait 5 % des veaux, suivi de la diarrhée du veau (3 %) et des infections ombilicales (2 %). Les traitements du CRB chez le veau revenaient dans 51 % des troupeaux avant l'âge de 2 mois, alors que les traitements de la diarrhée culminaient entre 6 jours et 1 mois. Les infections ombilicales revenaient le plus souvent chez les veaux peu de temps après la naissance. Environ 20 % des troupeaux ont signalé effectuer une administration de routine d'un antimicrobien prophylactique, une pratique qui diffère de l'opinion vétérinaire de l'Ouest canadien selon laquelle ce type de stratégies serait parmi les moins utiles dans la lutte contre les maladies (Sanguinetti et coll., 2024).

À partir de ces informations, Waldner et coll. (2024) ont analysé des données de vêlage et de sevrage colligées entre 2018 et 2022 provenant de 171 troupeaux canadiens. Sur 565 questionnaires relatifs aux vêlages représentant 110 658 enregistrements de femelles ayant vêlé, le pourcentage moyen de veaux traités avec des antimicrobiens entre leurs 24 premières heures et 30 jours de vie était de 3,9 % pour la diarrhée, 3,1 % pour le CRB et 2,2 % pour les infections ombilicales ou articulaires. Au cours de la même période, la proportion moyenne de mortalité chez les veaux dans leurs 24 premières heures à 30 jours était de 1 % (duquel 50 % étaient attribuables à la diarrhée, 40 % au CRB et 10 % aux infections ombilicales ou articulaires).

Sanguinetti et coll. (2025c) ont sondé 125 exploitations canadiennes vaches-veaux ayant participé au Canadian Cow-Calf Surveillance Network (réseau canadien de surveillance vache-veau), soit la même population qu'ont étudié Waldner et coll. (2024) afin d'établir des niveaux de référence concernant les éclosions de diarrhée, de CRB et la mortalité des veaux. Les éclosions désignaient les situations où au moins 5 % d'un groupe de veaux étaient traités pour la même maladie ou un ensemble similaire de signes cliniques durant une même saison. Entre 2019 et 2021, plus de 40 % des troupeaux ont connu au moins une éclosion de diarrhée, de CRB ou de mortalité. En effet, 26 % des troupeaux ont fait état d'une éclosion du CRB, 24 % d'une éclosion de diarrhée et 8 % d'une éclosion de mortalité. De plus, la concomitance des maladies était courante, 80 % des troupeaux rapportant des éclosions de mortalité ont aussi eu des éclosions de diarrhée ou de CRB, et 40 % des troupeaux ont eu des éclosions de diarrhée et du CRB sur trois saisons de vêlage.

Enfin, Fossen et coll. (2025) ont évalué les registres de traitement des veaux de 56 troupeaux et les échantillons de matières fécales de 31 troupeaux afin d'en dégager les tendances d'UAM et de RAM. Même si la plupart des troupeaux utilisaient peu d'antimicrobiens, la médiane de l'incidence cumulative de n'importe quelle UAM était de 10 %, une variation notable se dégageant des troupeaux. En tout, 30 % des troupeaux ont traité plus de 25 % des veaux, et 13 % ont traité plus de 50 %. Des 2 045 traitements consignés, 30 % visaient le CRB, 15 % la diarrhée et 12 % les infections ombilicales. Les exploitations commercialisant des bovins de reproduction, élevant des troupeaux de grande taille et assistant une grande proportion de vêlages, étaient plus susceptibles d'utiliser des antimicrobiens. Les niveaux de résistance étaient généralement faibles, sans lien étroit entre l'UAM et la résistance à la bactérie *Escherichia coli* ou *Enterococcus spp.*, même si une utilisation accrue de macrolide était associée à une résistance supérieure des *Enterococcus spp.* dans les échantillons fécaux prélevés à l'automne.

Dans l'ensemble, ces études montrent que le CRB, la diarrhée et les infections ombilicales sont les causes premières de morbidité dans les troupeaux canadiens vaches-veaux. Globalement, les antimicrobiens sont peu utilisés, mais les pratiques de gestion du troupeau et les facteurs structurels comme la taille du troupeau et les objectifs de production continuent d'influencer l'apparition des maladies et les tendances d'UAM.

3.1.2 Gestion des maladies dans les troupeaux vaches-veaux

Des études récentes ont mis en lumière les principales pratiques de gestion associées à une réduction des maladies et une amélioration de la survie des veaux dans les exploitations vaches-veaux. Sanguinetti et coll. (2024) ont mené une étude Delphi modifiée auprès de 12 vétérinaires qui connaissaient bien les systèmes de gestion vache-veau de l'Ouest canadien pour cerner les pratiques de prévention des maladies les plus utiles afin de réduire la mortalité de veaux avant le sevrage. L'équipe de recherche a noté l'efficacité, la facilité d'application et la faisabilité économique de chaque pratique à l'aide de deux rondes de questions, et de la rétroaction a été fournie entre les rondes. Les seules pratiques jugées utiles « dans tous les cas pour tous les troupeaux » étaient l'administration aux veaux de vaccins contre les clostridiiums et l'alimentation au colostrum ou au substitut de colostrum à l'aide d'un biberon à tétine ou d'un tube œsophagien lorsque le veau n'avait pas été allaité. L'utilité de la plupart des autres pratiques, y compris celles ayant trait à la reproduction et la gestion du vêlage, la nutrition, la gestion du pâturage, la biosécurité et les protocoles de vaccination, a été jugée intermédiaire. Les pratiques considérées comme étant moins utiles (moyennement pour certains troupeaux) comprenaient l'utilisation métabolactique et prophylactique des antimicrobiens, la vaccination contre les agents pathogènes responsables de la diarrhée néonatale chez les veaux dans leur première semaine de vie et la vaccination des mères contre les agents pathogènes du CRB à la mise en pâturage printanière.

En prenant appui sur ces travaux, Sanguinetti et coll. (2025a) ont réalisé un examen systématique pour évaluer l'efficacité des pratiques de gestion du troupeau dans la réduction de la mortalité des veaux avant le sevrage. Onze études ont été prises en compte (10 études transversales d'observation et 1 essai contrôlé randomisé). Huit d'entre elles ont été effectuées en Amérique du Nord, les autres en Estonie, au Japon et au Brésil. Les pratiques les plus systématiquement associées à une réduction de la mortalité comprenaient l'administration de colostrum aux veaux qui n'avaient pas tété ou qui ont eu besoin d'aide pendant la naissance, ainsi que la gestion du

calendrier et de la durée de la saison de mise bas. Dans 3 évaluations sur 4, les critères employés pour décider de l'administration de colostrum étaient significativement associés aux risques de mortalité des veaux. Plus précisément, les exploitations qui intervenaient en fonction de la quantité de lait contenu dans le pis ou l'assistance au vêlage avaient 0,7 % à 0,8 % de moins de mortalité (Murray et coll., 2016). Par contre, une intervention en raison d'un colostrum d'une apparence anormale était associée à une augmentation de la mortalité de 1,9 % (Murray et coll., 2016). De même, 3 évaluations sur 4 conduites dans l'Ouest canadien ou le Nord-Ouest états-unien ont rapporté que les troupeaux à vêlage hâtif (janvier ou février) présentaient une incidence plus élevée de mortalité des veaux comparativement aux troupeaux à vêlage tardif (Clement et coll., 1993; Murray et coll., 2016; Pearson et coll., 2019a). Deux évaluations ont aussi relevé que les risques de mortalité allaient croissant avec les saisons de vêlage prolongées (Dutil et coll., 1999), le risque augmentant de 1,4 % pour chaque semaine supplémentaire qui s'ajoutait à la saison de vêlage (Murray et coll., 2016). Les interventions nutritionnelles étaient moins systématiquement étudiées, mais une étude de l'Ouest canadien a signalé que les veaux n'ayant pas reçu de supplémentation en vitamine E et sélénium à la naissance présentaient 10 fois plus de risques de mortalité comparativement aux veaux supplémentés (Waldner et Rosengren, 2009). Dans l'ensemble, la certitude des preuves disponibles a été qualifiée de faible, ce qui met en lumière la nécessité de conduire d'autres études de cohortes et essais contrôlés randomisés bien conçus afin de formuler de meilleures recommandations en matière de santé du troupeau.

Les résultats présentés jettent les bases d'une compréhension de la façon dont les stratégies générales de troupeau, notamment entourant le vêlage et la gestion précoce des veaux, peut réduire la charge de la maladie et améliorer la survie avant le sevrage. Les sections suivantes portent sur les preuves concrètes et les recommandations de gestion de la diarrhée et du CRB dans les troupeaux vaches-veaux.

3.1.2.1 Diarrhée néonatale bovine

Sanguinetti et coll. (2025b) ont mené un examen systématique dans lequel ils ont évalué les pratiques de gestion visant à prévenir la diarrhée néonatale bovine (DNB) chez des veaux de boucherie non sevrés. 17 études, dont 6 essais randomisés ou contrôlés et 11 études d'observation, avaient toutes pour objet une maladie d'origine naturelle et respectaient les critères d'inclusion. Les études ont été menées au Canada (7), aux États-Unis (5), en France (2), en Argentine (1), en Belgique (1) et en Italie (1). La majorité des pratiques de gestion ont démontré une certaine efficacité, bien que la certitude globale des résultats soit faible à très faible.

Quant à la prévention de la diarrhée néonatale bovine, cinq études ont signalé des résultats spécifiques à la DNB, et cinq autres études ont rapporté des résultats liés à la DNB et au CRB conjointement ou séparément. Plusieurs stratégies de gestion clé étaient associées à des réductions considérables des risques de DNB. Sur trois évaluations provenant encore de l'Ouest canadien et du Nord-Ouest états-unien, 2 ont trouvé que les veaux issus des troupeaux aux vêlages hâtifs étaient plus susceptibles de recevoir un traitement et de contracter une maladie par rapport aux veaux issus de troupeaux aux vêlages tardifs (Waldner et coll., 2013; Clement et coll., 1993). Une des trois évaluations a décelé une association entre une saison de vêlage prolongée et une hausse des risques d'éclosion de la DNB dans les gros troupeaux (de plus de 40 femelles) (Dutil et coll., 1999). Les pratiques de gestion des saisons de reproduction et de

vêlage ont aussi montré des résultats mitigés : par exemple, saillir les génisses avant les vaches était associé à plus (Clement et coll., 1993) ou moins (Waldner et coll., 2022) de risques de DNB selon l'étude, et la surveillance nocturne fréquente pendant le vêlage était associée à un risque accru de diarrhée dans une étude (Waldner et coll., 2022). En général, les pratiques associées avec une gestion intensive du vêlage présentaient plus de risques de DNB, ce que l'on pourrait attribuer à un meilleur dépistage des maladies et un traitement opportun plutôt qu'à une augmentation des risques ou au fait que ces pratiques intensives soient plus courantes dans des troupeaux problématiques.

Les résultats de gestion nutritionnelle des mères étaient tout aussi inconsistants. Une étude réalisée en Belgique a révélé que la supplémentation en sélénium avec 0,5 ppm de sélénium biologique dérivé de *Saccharomyces cerevisiae* était associée à une incidence de la DNB inférieure chez les veaux comparativement à l'administration de 0,5 ppm ou 0,1 ppm de sélénium sous forme de sélénite de sodium (Guyot et coll., 2007). Cependant, une autre étude, celle-ci réalisée en Saskatchewan, au Canada, n'a pas décelé de différence significative de l'incidence de la DNB lors de l'administration de sélénium en injection avant le sevrage (Cohen et coll., 1991). L'alimentation des mères au maïs avant ou après le vêlage n'était pas non plus associée à des résultats de DNB (Clement et coll., 1993). Pour ce qui est des interventions nutritionnelles chez les veaux, une étude a indiqué que les veaux recevant des vitamines D et A dans les deux jours suivant leur naissance présentaient un risque plus élevé de DNB que les veaux non traités (Waldner et coll., 2022).

Il y a peu de données probantes sur les pratiques de biosécurité. Sur 5 évaluations, une seule rapportait une association notable, où le fait de déplacer des paires vache-veau de la zone de vêlage aux pâturages pour veaux réduisait le risque de DNB dans les cinq premiers jours de vie, mais augmentait ce risque après six jours (Waldner et coll., 2022). Aucune association n'a été établie entre d'autres mesures de biosécurité – comme le mélange des vaches et des taures ou le moment choisi du déplacement hors des zones de vêlage – et les risques de DNB (Waldner et coll., 2022).

Les pratiques de vaccination étaient parmi les stratégies les plus invariablement efficaces pour réduire les risques de DNB. D'après 8 évaluations sur 10, vacciner les mères contre les agents pathogènes de la DNB abaissait l'incidence de la maladie. Plus précisément, 7 évaluations sur 8 ont révélé que les vaccins contenant des antigènes d'*Escherichia coli* réduisaient la morbidité ou la mortalité liées à la DNB (Cornaglia et coll., 1992; Myers et coll., 1980). L'administration d'une double dose aux taures et aux vaches était la protection la plus solide, et les veaux de vaches vaccinées présentaient moins de risques de DNB que les veaux de taures vaccinées; il semble donc que la parité ait une potentielle influence (Cornaglia et coll., 1992). Une évaluation a aussi révélé une association entre la vaccination des mères contre les agents pathogènes du clostridium au printemps avant le vêlage et la réduction des risques de DNB (Waldner et coll., 2013). Néanmoins, une étude observationnelle a montré que l'incidence de la maladie était plus probable et la mortalité était accrue dans les troupeaux dont les veaux étaient directement vaccinés contre les agents pathogènes responsables de la DNB (Waldner et coll., 2022), ce qui reflète probablement une causalité inverse.

La revue de Sanguinetti et coll. (2025b) a conclu que même si plusieurs pratiques de gestion semblent prometteuses pour prévenir la DNB, le faible degré de certitude des preuves,

notamment attribuable à la causalité inverse présumée des études transversales, met en lumière la nécessité de mener plus d'études de cohorte et d'essais contrôlés randomisés de grande qualité afin de mieux orienter les recommandations en matière de santé de troupeau.

D'autres données probantes sur les facteurs de risque liés à la gestion de la DNB ont été récoltées par Sanguinetti (2025c), qui a sondé des productrices et producteurs du secteur vache-veau canadien afin de définir les pratiques associées aux éclosions de DNB ($\geq 5\%$ de traitement contre la DNB). Les troupeaux dont les vaches étaient mises à vèler dans les étables uniquement par mauvais temps étaient plus exposés aux épidémies de DNB que les troupeaux utilisant des systèmes plus réguliers de vèlage en plein air ou en étable. Le fait d'employer un pâturage de mise bas commun aux vaches et aux taures, de garder toutes les taures dans l'espace de vèlage jusqu'à la fin de la saison de vèlage et d'assister plus de 20 % des vèlages avec la consommation de colostrum était associé à une augmentation du risque d'éclosions de DNB. Certaines pratiques de biosécurité étaient aussi liées à des risques plus élevés; par exemple, les exploitations qui ont vacciné les bovins avant de les introduire dans le troupeau rapportaient des éclosions de DNB plus fréquentes. À partir des données de 172 troupeaux vaches-veaux du Canada, Waldner et coll. (2024) ont également relevé des associations entre la DNB et les pratiques de gestion. Ils se sont notamment rendu compte que les troupeaux dont la saison de vèlage commence entre décembre et mars étaient plus sensibles à la DNB comparativement aux troupeaux ayant une saison de vèlage plus tardive (d'avril à septembre). On constate aussi des différences régionales, les troupeaux de l'est du Canada présentant des niveaux plus élevés de DNB que l'Ouest canadien.

La DNB demeure un problème de santé majeur dans les exploitations vaches-veaux, en particulier dans les exploitations aux saisons de vèlage hâtives ou prolongées et aux zones de gestion intensive du vèlage. La vaccination des mères, surtout contre les agents pathogènes liés à *Escherichia coli*, était systématiquement associée à une réduction des risques de DNB, tandis que les avantages de la supplémentation nutritionnelle et des pratiques de biosécurité étaient moins clairs. Les données observationnelles de troupeaux canadiens ont aussi fait ressortir que les risques de maladie étaient accrus avec les saisons hâtives de vèlage et la situation géographique (l'est du Canada). Même si plusieurs stratégies de gestion semblaient prometteuses, la certitude globale des données probantes demeure faible, principalement compte tenu du caractère observationnel des études, qui présentent un risque élevé de biais, ou sont incapables de détecter des différences statistiquement significatives. Il faut donc davantage de recherche de grande qualité pour améliorer les recommandations en matière de prévention.

3.1.2.2 *Complexe respiratoire bovin*

Sanguinetti et coll. (2025b) ont mené un examen systématique de l'incidence des pratiques de gestion du troupeau sur la DNB chez les veaux de boucherie non sevrés. 7 études ont rapporté des résultats spécifiques à la DNB, alors que 5 études présentaient des résultats liés à la DNB et au CRB, conjointement ou séparément. Les études ont été réalisées en Amérique du Nord (12), en Europe (4) ou ailleurs (1).

Par rapport aux stratégies de gestion du colostrum, sur 6 évaluations, une seule a dévoilé une association notable. Dans cette étude transversale, les exploitations ayant administré du colostrum à l'aide d'un tube ou d'une bouteille enregistraient un risque supérieur de CRB

(Woolums et coll., 2013), ce qui reflète possiblement une causalité inverse, puisque les producteurs et productrices sont peut-être intervenus plus souvent chez les veaux les plus susceptibles d'être malades. Par contre, aucune association cohérente n'a été établie entre les risques de CRB et les interventions basées sur la quantité de lait contenu dans le pis (3 évaluations), la source de colostrum (ex. lait maternel, colostrum congelé ou produit de complément; 1 évaluation), ou la méthode d'administration du colostrum (1 évaluation).

On a observé plus de constance dans la gestion de la saison de vêlage. 2 des 5 évaluations ont révélé que les troupeaux au vêlage hâtif (hiver ou début du printemps) affichaient plus de probabilités d'un traitement de CRB ou d'incidence de la maladie comparativement aux troupeaux au vêlage tardif (Waldner et coll., 2013; Woolums et coll., 2013). Ces études ont été menées au Canada (Waldner et coll., 2013) et aux États-Unis (Woolums et coll., 2013). 3 évaluations sur 5 ont révélé que les saisons de vêlage prolongées étaient associées à une incidence supérieure du CRB (Dutil et coll., 1999; Assié et coll., 2009; Woolums et coll., 2013). Dans ces études, une saison prolongée était typiquement définie comme d'une durée de ≥ 3 mois ou d'environ 5,75 mois dans les troupeaux ayant le CRB en comparaison à 4,04 mois dans les troupeaux sans CRB. Ces associations étaient cohérentes, malgré le degré globalement faible de certitude. L'utilisation de zones de vêlage intensives était associée avec une augmentation des risques de CRB dans 2 évaluations sur 4 (Woolums et coll., 2013; Waldner et coll., 2022). De même, une étude a rapporté que les troupeaux appliquant le pâturage intensif étaient trois fois plus susceptibles de recevoir des traitements contre le CRB que les autres (Woolums et coll., 2018).

La gestion nutritionnelle des veaux donnait des résultats mitigés. 2 des 5 évaluations permettent de croire que nourrir les veaux de concentrés, de maïs ou à la dérobée influait sur l'incidence du CRB (Assié et coll., 2009; Woolums et coll., 2013); cependant, il n'a pas été possible de dégager clairement un effet protecteur ou délétère. L'injection de vitamines près de la naissance ne présentait pas non plus d'association statistiquement significative puisque le CRB était présent dans 2 études observationnelles conduites dans l'Ouest canadien (Murray C.F. et coll., 2016; Waldner et coll., 2022).

Les pratiques de biosécurité ont montré des associations constantes avec des résultats liés au CRB. 6 des 12 évaluations ont trouvé que les pratiques de biosécurité externes, désignées comme des pratiques visant à limiter l'introduction dans le troupeau d'agents pathogènes extérieurs, avaient une incidence sur les risques de CRB. 5 évaluations ont indiqué que l'introduction de nouveaux animaux augmentait le risque de maladie (Hanzlicek et coll., 2013; Woolums et coll., 2013; Waldner et coll., 2022). De plus, une étude a révélé que les troupeaux qui recevaient entre 1 et 2 visiteurs par mois ou plus de 30 visiteurs par mois présentaient des taux de CRB plus élevés que les troupeaux qui recevaient entre 3 et 30 visiteurs par mois (Hanzlicek et coll., 2013). Les pratiques de biosécurité internes, comme rassembler les paires vaches-veaux avant la mise au pâturage ou utiliser la même zone pour l'hivernage et le vêlage (25), étaient associées à un risque accru de CRB dans 6 évaluations sur 9. Or, les constats sur l'utilisation des pâturages pour veaux étaient contradictoires. Une évaluation a révélé une réduction des risques de CRB quand les paires vache-veau étaient mises dans des pâturages pour veaux (Waldner et coll., 2022), alors que deux autres évaluations voyaient une augmentation de la probabilité de détecter le CRB ou de traiter le troupeau (Woolums et coll. 2013, 2018).

Les pratiques de vaccination montraient des résultats mitigés. 2 évaluations sur 4 ont soulevé des associations entre la vaccination des mères contre les agents pathogènes du CRB et les conséquences du CRB, mais les associations n’allaient pas dans le même sens (ex. l’une d’elles révélait une diminution des risques [Waldner et coll., 2022] et l’autre une augmentation [Woolums et coll., 2013]), et la certitude des données probantes était faible. 11 évaluations se sont penchées sur la vaccination des veaux. Une seule a montré des effets bénéfiques dans la réduction des traitements du CRB et de la mortalité après 2 doses d’un vaccin inactivé ciblant BRSV, PIV3, et *Mannheimia haemolytica* (Makoschey et coll., 2008). En comparaison, 4 évaluations ont révélé que les troupeaux ayant vacciné les veaux avaient des taux supérieurs de détection ou de traitement du CRB (Assié et coll., 2009; Hanzlicek et coll., 2013; Woolums et coll., 2013; Waldner et coll., 2022); cependant, elles étaient toutes basées sur des études transversales, alors la causalité inverse était probable.

Une revue exploratoire menée par Chen et coll. (2022) a résumé 265 études publiées entre 1990 et 2021 sur la prévention du CRB dans les exploitations vaches-veaux. Les facteurs de gestion du troupeau et de la ferme, comme les pratiques de transport, les conditions environnementales, le mélange du troupeau, la taille du troupeau et la source d’animaux, étaient associés à l’incidence du CRB dans 91 % des études observationnelles. Les stratégies de protection clés comprenaient la réduction au minimum des mélanges de troupeaux, la régulation de la densité des troupeaux et le choix méticuleux rigoureux des animaux introduits. La métaphylaxie d’antimicrobiens a été évaluée dans 65 études, dont 78 % d’essais pratiques et 94 % d’études contrôlées rapportant des réductions de l’incidence du CRB, particulièrement avec la tulathromycine, l’oxytétracycline, la gamithromycine, et la tilmicosine. Il a été question de la vaccination dans 64 études, dont 74 % d’essais pratiques et 69 % d’essais contrôlés révélant un effet protecteur, surtout pour les vaccins ciblant des agents viraux, comme le virus de la diarrhée virale bovine, le virus respiratoire syncytial bovin et l’herpèsvirus bovin modifié 1. L’efficacité des vaccins ciblant les agents pathogènes bactériens comme *Mannheimia haemolytica* ou *Pasteurella multocida* n’était pas systématiquement constante. Aussi, les effets des interventions diététiques et nutritionnelles n’étaient pas uniformes; seulement 30 % des études ont relevé une réduction significative des risques de CRB. Les facteurs liés aux animaux – le jeune âge, une faible masse corporelle, le sexe masculin, la race Hereford – étaient associés à une augmentation du risque de CRB, et certaines caractéristiques génétiques étaient liées à la prédisposition à la maladie.

D’autres données observationnelles de troupeaux vaches-veaux canadiens soutiennent l’influence des pratiques de gestion sur les issues du CRB. Sanguinetti (2025c) a sondé des producteurs et productrices du Canada et a trouvé que les troupeaux louant des taureaux pendant au moins une saison étaient trois fois plus susceptibles aux éclosions de CRB comparativement aux troupeaux n’ayant pas recours à cette pratique. De même, Wennekamp et coll. (2021) ont rapporté que les éclosions de CRB étaient associées au fait d’acquérir plus de 10 taureaux, d’acquérir des vaches, d’omettre de vacciner les nouveaux animaux et d’utiliser des pâturages communautaires. Waldner et coll. (2024), s’appuyant sur les données de 172 troupeaux vaches-veaux, ont aussi trouvé que les troupeaux dont la saison de vêlage commençait entre décembre et mars étaient plus susceptibles d’attraper le CRB et d’en mourir comparativement aux troupeaux au vêlage tardif (d’avril à septembre).

Relativement à la vaccination, un essai contrôlé randomisé réalisé par Erickson et coll. (2024) fournit des éléments de preuve supplémentaires soutenant la valeur potentielle de la vaccination

des veaux exposés aux conditions naturelles. Dans un troupeau ayant déjà reçu un diagnostic de CRB (coronavirus bovin), les veaux à qui l'on administrait une dose intranasale de vaccin à 2 mois étaient bien moins susceptibles de recevoir un traitement contre le CRB après le sevrage comparativement au groupe témoin non vacciné. Les résultats concernent certes le coronavirus bovin et un contexte de troupeau unique, mais l'étude fait ressortir l'efficacité potentielle des stratégies de vaccination ciblées dans les exploitations ayant des risques de pathogènes connus et met en lumière l'importance des essais de qualité pour éclairer la prévention du CRB dans les systèmes vaches-veaux.

En résumé, le CRB demeure une cause majeure de morbidité et de mortalité dans les troupeaux vaches-veaux, et les risques sont influencés par la saison de vêlage, la gestion des zones de vêlage et les pratiques de biosécurité. Alors que Sanguinetti et coll. (2025b) ont révélé une efficacité mitigée des stratégies de vaccination dans les troupeaux vaches-veaux et une faible certitude des preuves en ce qui a trait aux difficultés naturelles liées aux maladies, un examen plus vaste (comprenant des tests de provocation) effectué par Chen et coll. (2022) a révélé des effets protecteurs plus systématiques, notamment contre des agents pathogènes viraux courants. Les pratiques de gestion – la réduction au maximum du mélange du troupeau, la régulation de la densité du troupeau, le choix méticuleux des animaux introduits, entre autres – étaient systématiquement associées à une réduction de l'incidence du CRB. Les données canadiennes récentes sont venues vérifier que les saisons de vêlage hâtives et la location de taureaux étaient associées à une hausse de la probabilité d'éclosion de CRB. Même si plusieurs pratiques de gestion montrent un potentiel de réduire les risques de CRB, d'autres recherches de qualité sont nécessaires pour affiner les stratégies de prévention dans le secteur vache-veau.

3.2 Gestion de la santé dans le secteur des parcs d'engraissement

Conclusions :

Complexe respiratoire bovin

- 1. C'est le CRB qui est le plus couramment derrière l'utilisation d'antimicrobiens, la morbidité et la mortalité chez les bovins en parcs d'engraissement en Amérique du Nord, surtout dans les 45 premiers jours à l'engraissement.**
- 2. Les risques liés au CRB sont cumulatifs et sont influencés par le faible poids à l'arrivée, le sevrage récent, le mélange du troupeau, le transport de longue distance, les conditions météorologiques défavorables et les facteurs de gestion de l'enclos.**
- 3. L'utilisation d'antimicrobiens en métaphylaxie, notamment les macrolides, réduit systématiquement la morbidité et la mortalité, mais les préoccupations autour de la gestion des antimicrobiens alimentent l'intérêt pour les solutions de rechange.**
- 4. Les éléments de preuve à l'appui de la vaccination à l'arrivée sont mitigés; les vaccins viraux peuvent présenter des avantages lorsque les animaux sont exposés**

aux intempéries, mais l'efficacité du vaccin bactérien est peu étudiée et n'a pas été concluante jusqu'à maintenant.

- 5. Le préconditionnement réduit le risque lié au CRB et offre une adaptation hâtive au parc d'engraissement, bien que ses effets sur la croissance soient variables et que son adoption reste limitée.**
- 6. Les nouvelles technologies, comme le suivi des comportements, ont le potentiel d'offrir une détection plus précoce et plus précise du CRB que la vérification classique de l'enclos.**

Boiterie

- 1. La boiterie, deuxième raison en importance justifiant le traitement des bovins en parc d'engraissement, découle le plus souvent du piétin contagieux, de la dermatite digitale et des infections articulaires.**
- 2. Un diagnostic de boiterie découle le plus souvent du piétin contagieux. Les risques sont plus élevés chez les bovins entrés au parc d'engraissement à l'automne et à l'hiver et semblent liés à des facteurs environnementaux et à des lésions mécaniques de la peau interdigitale.**
- 3. La dermatite digitale est moins courante que le piétin contagieux, mais est susceptible d'entraver la croissance et la valeur de la carcasse. Les risques sont plus grands chez les bovins évoluant dans des systèmes confinés, de grands parcs d'engraissement et des enclos boueux, où les mesures préventives se concentrent sur les bains de pieds et possiblement la complémentation minérale.**
- 4. La nécrose de la pince est une affection sporadique, mais grave, qui émerge typiquement tôt dans la période d'alimentation et est liée à l'abrasion de la pointe de l'onglon, à une atteinte à l'intégrité du sabot et possiblement à une carence en magnésium.**
- 5. Un nombre disproportionné de décès associés à la boiterie sont liés aux infections articulaires. Les risques sont élevés chez les jeunes veaux et les génisses entrés à l'automne comparativement aux animaux d'un an et aux bouvillons. Les espèces de mycoplasme semblaient être l'agent pathogène prédominant.**
- 6. Les signes les plus révélateurs de la boiterie chez les bovins en parc d'engraissement sont la démarche asymétrique, la réticence à supporter le poids du corps et une élévation des scores de locomotion associés (notamment chez les bovins atteints de la dermatite digitale). La surveillance comportementale automatisée et les capteurs portables semblent prometteurs pour améliorer la détection précoce et la prise en charge de la boiterie dans les parcs d'engraissement.**

Maladies d'origine nutritionnelle (acidose ruminale et abcès hépatiques)

- 1. La transition vers une alimentation de finition riche en concentrés augmente le risque d'acidose ruminale, laquelle favorise les lésions de la muqueuse et la translocation bactérienne (ex. *Fusobacterium necrophorum*), terreau fertile pour les abcès hépatiques.**
- 2. Inclure plus de fourrage dans l'alimentation de finition, changer progressivement de régime alimentaire et offrir de longues particules de fibres améliorent la santé du rumen et réduisent le risque d'acidose, mais ont des répercussions variables sur la croissance et la qualité des carcasses.**
- 3. Les abcès hépatiques sont fréquents et ont des conséquences économiques importantes. La tylosine en réduit efficacement la prévalence, et les données probantes semblent indiquer qu'une administration de courte durée est aussi efficace qu'une longue durée, mais d'autres recherches sont nécessaires pour optimiser la gestion de l'antimicrobien et le calendrier d'administration.**
- 4. Donner plus de fibres alimentaires et gérer la teneur en amidon de l'alimentation peut réduire la gravité des abcès hépatiques. Dans certains contextes, ces stratégies sont susceptibles de réduire la capacité de transformation des aliments et la croissance. Ainsi, il y a des concessions à faire entre la gestion des enjeux de santé et de bien-être et l'optimisation des rendements.**

En production bovine, la phase en parc d'engraissement compte des enjeux de santé distinctifs par rapport à la production vache-veau, notamment en raison de l'approvisionnement des animaux, des mélanges, de la gestion nutritionnelle et de l'intensité de la production. Le CRB est la première cause de morbidité et de mortalité chez les bovins en parc d'engraissement, mais la boiterie et les maladies d'origine nutritionnelle, comme l'acidose ruminale et les abcès hépatiques, présentent aussi d'importantes préoccupations économiques et liées au bien-être animal. La gestion efficace de la santé en parc d'engraissement met l'accent sur la détection hâtive de la maladie, les stratégies préventives à l'arrivée de l'animal et tout au long de l'alimentation et la réduction au maximum des conséquences liées aux rations riches en concentrés. La présente section résume les données probantes issues surtout de la recherche publiée depuis 2012 sur la prévalence, les facteurs de risque, la prévention et la gestion de ces conditions clés en parc d'engraissement.

3.2.1 Utilisation des antimicrobiens

Les pratiques d'utilisation des antimicrobiens (UAM) dans les parcs d'engraissement nord-américains ont fait l'objet de plusieurs études. Brault et coll. (2019) ont évalué les tendances d'UAM entre 2008 et 2012 dans 36 parcs d'engraissement de l'Ouest canadien qui représentent 2,6 millions de bovins. L'administration d'antimicrobiens par l'alimentation était bien plus fréquente (28 690 598 doses quotidiennes animalières) que l'administration de doses d'antimicrobiens seule (5 823 060 doses). Notons cependant que ces données ont plus de 20 ans et ne sont peut-être plus pertinentes dans ce domaine en évolution rapide (Hannon et coll., 2020).

Apley et coll. (2023) ont décrit les tendances d'utilisation des antimicrobiens en 2018 et 2019 de 20 parcs d'engraissement des États-Unis élevant plus de 1,1 million de bovins. L'utilisation

d'antimicrobiens était exprimée en milligrammes par kilogramme de poids vif vendu et en traitements par animal-année. Dans un sous-ensemble de 10 parcs d'engraissement ayant des registres détaillés, l'UAM était le plus souvent associée à la maîtrise des abcès hépatiques (98,4 traitements par 100 têtes), suivis par le CRB (37,1 traitements par 100 têtes) et la boiterie (0,8 traitement par 100 têtes). Pour ce qui est du CRB, il était le plus fréquemment traité par métaphylaxie, puis par traitements individuels des animaux et, enfin, par l'alimentation.

3.2.2 Gestion du complexe respiratoire bovin chez les bovins en parc d'engraissement

3.2.2.1 Vaccination

Theurer et coll. (2015) ont réalisé un examen systématique et une méta-analyse sur l'efficacité des vaccins viraux disponibles sur le marché pour les bovins ciblant l'herpèsvirus bovin de type 1 (BoHV-1), le virus de la diarrhée virale bovine (BVDV), le virus respiratoire syncytial bovin (BRSV) et le virus parainfluenza 3 (PI3) afin de limiter le complexe respiratoire bovin (CRB). 31 études comprenant 88 essais ont été prises en compte. Elles ont été classées par exposition naturelle ou modèles de provocation expérimentale (*challenge test*), puis subdivisées selon l'antigène viral et le type de vaccin (virus vivant modifié ou inactivé). Dans les essais d'exposition naturelle, la vaccination a considérablement réduit les risques de morbidité liés au CRB comparativement au groupe témoin non vacciné. Dans les essais de confrontation naturelle, les vaccins BoHV-1 et BVDV vivants modifiés réduisaient la morbidité, mais aucun avantage significatif n'est ressorti pour les vaccins vivants modifiés BRSV ou PI3. Theurer et coll. (2015) incitent à la précaution dans l'interprétation des estimations de l'efficacité clinique des modèles expérimentaux, puisque celles-ci ne reflètent peut-être pas pleinement l'exposition naturelle à la maladie.

O'Connor et coll. (2019a) ont aussi mené un examen systématique et une méta-analyse de réseau sur l'efficacité comparative des vaccins administrés à l'arrivée ou presque. Ils ont trouvé 53 études faisant état de la morbidité liée au CRB dans les 45 jours suivant l'arrivée grâce à des recherches dans des bases de données et des actes de conférences. Quatorze études, comprenant 17 protocoles de vaccin, formaient le plus grand réseau connecté et figuraient dans la méta-analyse. L'équipe de recherche a conclu qu'il y avait peu de preuves convaincantes sur l'efficacité des vaccins à l'arrivée ou proche de l'arrivée en parc d'engraissement pour réduire l'incidence du CRB.

Theurer et coll. (2015) et O'Connor et coll. (2019a) ont étudié l'efficacité des vaccins contre le CRB, mais leurs conclusions divergent, ce qui est sans doute attribuable aux différences dans les critères d'admissibilité, la sélection des critères de jugement, les stratégies de mise en commun et les études prises en compte. Theurer et coll. (2015) ont inclus de jeunes veaux et des bovins laitiers, ont extrait les données brutes plutôt que les données ajustées, ont combiné des études impliquant des vaccinations bactériennes concurrentes, et ont inclus des études aux effets vaccinaux très variables, ce qui peut avoir mené à des estimations de l'efficacité plus favorables qu'O'Connor et coll. (2019a).

Les vaccins bactériens contre le CRB ont aussi été évalués, mais il existe moins d'études de qualité sur le sujet. Capik et coll. (2021) ont mené un examen systématique pour évaluer l'efficacité des vaccins ciblant *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* et *Histophilus*

somni afin de réduire la morbidité, la mortalité ou les lésions pulmonaires associées au CRB chez les bovins élevés aux États-Unis et au Canada. Pour être admissibles, les études devaient avoir fait l'objet d'une révision par des pairs, avoir été menées aux États-Unis ou au Canada, avoir été publiées après 1979, comprendre un groupe témoins, démontrer une preuve de randomisation ou d'aveuglement, employer des méthodes statistiques appropriées et être disponibles en anglais. Seulement 5 études répondaient à ces critères. Il s'agissait notamment d'études sur les vaccins contre *Histophilus somni* et *Mannheimia haemolytica* chez les veaux d'engraissement, les vaccins contre *Mannheimia haemolytica* chez les veaux d'engraissement et les veaux Holstein, et les vaccins ciblant *Pasteurella multocida* ou *Mannheimia haemolytica* chez les veaux allaités destinés à la production de viande. Compte tenu du nombre limité d'études comparables, il n'a pas été possible d'effectuer une analyse plus approfondie de l'efficacité des vaccins bactériens.

Somme toute, les données relatives à la vaccination visant à prévenir le CRB chez les bovins en parc d'engraissement restent mitigées et comportent d'importantes limites. Si une revue donne à penser que les vaccins viraux – surtout ceux ciblant le BoHV-1 et le BVDV – réduiraient la morbidité liée au CRB dans des conditions d'exposition naturelle, une autre a conclu qu'il n'y a pas assez de preuves pour soutenir que la vaccination à l'arrivée dans le parc d'engraissement réduise considérablement l'incidence du CRB. Les preuves soutenant l'efficacité des vaccins bactériens contre *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* ou *Histophilus somni* sont en outre fragmentaires; peu d'études de qualité existent. Dans l'ensemble, ces résultats mettent l'accent sur le besoin de mener des essais bien conçus et robustes afin de mieux guider les stratégies de vaccination visant à maîtriser le CRB chez les bovins en parc d'engraissement.

3.2.2.2 Administration de prophylaxie ou de métaphylaxie à l'arrivée en parc d'engraissement

La prophylaxie et la métaphylaxie sont couramment employées dans les parcs d'engraissement pour maîtriser le CRB. La prophylaxie désigne l'administration d'antimicrobiens à des animaux sains avant l'apparition de signes de la maladie, alors que la métaphylaxie est le traitement d'un groupe entier d'animaux lorsque la maladie est déclarée chez certains membres afin d'empêcher la propagation au reste du groupe (Gomez et Weese, 2024). Ces deux approches sont typiquement appliquées à l'arrivée de bovins à haut risque en parc d'engraissement.

Baptiste et Kyvsgaard (2017) ont mené un examen systématique et une méta-analyse sur l'efficacité de la médication antimicrobienne de masse pour prévenir la morbidité et la mortalité liées au CRB chez les bovins. Au total, 58 publications, portant sur 169 essais contrôlés randomisés (ECR), rédigées entre 1966 et 2016, ont été prises en compte. La majorité des études portait sur des parcs d'engraissement (149 ECR), les autres s'intéressant au secteur du veau, des vaches laitières ou des vaches-veaux. Après l'ajustement pour le biais de publication, l'estimation du risque relatif combiné de réduction de la morbidité associée au CRB par la médication de masse était de 0,52, ce qui témoigne d'une réduction modérée du risque. Pour la mortalité, la médication de masse a donné lieu à un risque relatif de 0,62, mais les réductions absolues étaient généralement légères, surtout dans les essais où la mortalité était faible de toute façon. La plupart des essais (41,5 % d'ECR de prophylaxie et 82 % d'ECR de métaphylaxie) ont rapporté 0 décès dans les groupes témoins, et les avantages en matière de mortalité étaient principalement observés lorsque la mortalité du groupe témoins dépassait 1,5 %. De plus, l'administration parentérale (sous-cutanée ou intramusculaire) était plus efficace que les antimicrobiens oraux. Dans les essais de prophylaxie, les macrolides étaient la classe

antimicrobienne la plus efficace, suivis par les fluoroquinolones, les tétracyclines et les céphalosporines, alors qu'aucune différence entre les classes antimicrobiennes n'a été observée dans les essais de métaphylaxie. Les critères de définition de la métaphylaxie influent sur l'issue, la morbidité $\geq 10\%$ donnant de meilleurs résultats que le simple critère de la fièvre ou le contact du bétail avec des cas cliniques. Bien qu'elle ait constaté une réduction de la morbidité et de la mortalité liées au CRB, l'équipe de recherche a toutefois souligné que les gains absolus étaient souvent faibles et que l'utilisation généralisée de médicaments de masse reflétait probablement des défis systémiques sous-jacents dans l'infrastructure des parcs d'engraissement plutôt que de simples lacunes dans la prévention des maladies.

O'Connor et coll. (2019b) ont aussi conduit un examen systématique et une méta-analyse dans le but de comparer l'efficacité des antimicrobiens injectables dans la maîtrise du CRB chez les bovins de boucherie sevrés faisant leur entrée en parc d'engraissement. Pour être admissible, l'étude devait administrer des antimicrobiens à l'arrivée en parc d'engraissement et faire un rapport sur la morbidité associée au CRB dans les 45 jours suivant l'arrivée. Au total, 46 études couvrant 167 groupes de traitement ont été prises en compte dans la méta-analyse finale. La majorité des études comparaient les antimicrobiens actifs à un témoin non actif, tandis que d'autres comparaient différents traitements actifs. D'après les résultats, les macrolides étaient la classe d'antimicrobiens la plus efficace pour réduire l'incidence du CRB. En outre, l'oxytétracycline injectable était plus efficace que l'absence de traitement, mais moins que les macrolides. Dans les classements de l'efficacité des traitements, les taux de CRB étaient invariablement plus faibles avec les macrolides, alors que l'oxytétracycline était moins bien classée, mais demeurait plus efficace que l'absence de traitement antimicrobien. La revue a mis en exergue des préoccupations sur la qualité des études : la randomisation n'était pas systématique, l'aveuglement était souvent absent et bien des comparaisons avaient de larges intervalles de confiance, signe d'une imprécision. Il n'en demeure pas moins que la méta-analyse en réseau a étayé l'efficacité supérieure des macrolides dans la prévention du CRB à l'arrivée en parc d'engraissement, tout en mettant en lumière les avantages possibles de la gestion de l'utilisation de l'oxytétracycline puisqu'elle a une importance vitale moindre pour la médecine humaine.

Enfin, Abell et coll. (2017) ont mené une méta-analyse comparative des traitements mixtes pour évaluer l'efficacité de la métaphylaxie antimicrobienne parentérale dans la réduction de la morbidité, de la mortalité et des taux de reprise de traitement liés au CRB chez les veaux en parc d'engraissement et les bovins de long engraissement. L'analyse s'est intéressée à 29 études et 37 essais portant sur 8 antimicrobiens, dont les traitements étaient administrés dans les 48 heures de l'arrivée en parc d'engraissement. La morbidité associée au CRB était évaluée sur 2 périodes – du jour 1 à ≤ 60 et du jour 1 à la fin de lot, avec d'autres analyses de la reprise d'un traitement et de la mortalité liée au CRB. La tulathromycine, la gamithromycine et la tilmicosine se sont régulièrement hissées parmi les meilleurs antimicrobiens pour réduire la morbidité liée au CRB au cours des 60 premiers jours, alors que le ceftiofur et l'oxytétracycline avaient des résultats moyens. Pour contrer la morbidité jusqu'au bilan de fin de lot, la tulathromycine est restée le traitement le plus efficace, suivie de la gamithromycine, du tildipirosine, du ceftiofur, de la tilmicosine et de l'oxytétracycline. Le triméthoprim sulfa et le florfenicol étaient généralement moins efficaces. Même si le recouvrement des intervalles de crédibilité limitait la classification des traitements en fonction de leur efficacité contre la mortalité et la reprise du traitement, la

tulathromycine présentait bien moins de probabilité de mortalité liée au CRB par rapport à la tilmicosine et l'oxytétracycline. Voilà qui laisse penser que l'utilisation métaglyctique des différents antimicrobiens présente des différences substantielles, notamment pour ce qui est de la tulathromycine, et met en lumière le besoin de tenir compte de l'efficacité de chaque produit lors de la sélection de protocoles de métaphylaxie pour les bovins en parc d'engraissement.

Dans l'ensemble, ces revues soutiennent la capacité de la métaphylaxie antimicrobienne à réduire l'incidence du CRB chez les bovins en parc d'engraissement, les macrolides étant invariablement plus efficaces que les autres. Baptiste et Kyvsgaard (2017) ont constaté une réduction modérée de la morbidité et de la mortalité, même si les bénéfices absolus étaient souvent faibles. O'Connor et coll. (2019b) ont validé l'efficacité des macrolides, mais ont aussi soulevé des préoccupations relatives à la qualité des études et la valeur potentielle de l'utilisation de l'oxytétracycline dans une perspective de gestion des antimicrobiens. Abell et coll. (2017) ont démontré que la tulathromycine offrait une réduction supérieure de la morbidité et de la mortalité que la tilmicosine et l'oxytétracycline. Ces résultats mettent en lumière l'importance de ne pas seulement choisir les antimicrobiens en fonction du risque de la maladie, mais aussi en fonction des principes de gestion des antimicrobiens, étant donné qu'il est possible que l'efficacité diminue avec le temps. À cet égard, DeDonder et Apley (2015) ont résumé des études nord-américaines qui montraient que les bactéries *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, et *Histophilus somni* opposaient une résistance grandissante aux antimicrobiens couramment utilisés pour traiter et maîtriser le CRB, ce qui soutient l'importance d'utiliser judicieusement les antimicrobiens.

3.2.2.3 Facteurs de risque du complexe respiratoire bovin

La précédente Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a mis en évidence plusieurs facteurs de risque cumulatifs du CRB chez les bovins en parc d'engraissement, y compris le poids faible, le sevrage récent, l'état immunitaire, le sexe, le mélange, le stress de transport et les changements météorologiques. Il ne semble pas y avoir un seul facteur dominant, mais plusieurs facteurs de stress qui, cumulativement, augmentent les risques de morbidité associée au CRB. D'autres recherches plus récentes sont arrivées au même constat.

Facteurs liés aux individus. Plusieurs études ont mis en évidence l'interaction complexe entre les caractéristiques individuelles et environnementales qui influent sur les risques de CRB chez les bovins en parc d'engraissement. Dans une analyse rétrospective de 288 388 bovins relevant de 1 904 cohortes, Cernicchiaro et coll. (2012a) ont constaté que la probabilité du CRB dans les 45 premiers jours à l'engraissement était accrue chez les bovins arrivés en septembre, de moins de 318 kg ou appartenant à des cohortes de petite taille. Il y avait une relation significative entre les conditions météorologiques – notamment la vitesse du vent et les changements de température dans la semaine précédente – et l'incidence du CRB; ainsi, en conjugaison, les facteurs environnementaux et démographiques jouent sur les risques de maladie. Hay et coll. (2016a) ont constaté, dans une étude prospective de 35 131 bovins en parcs d'engraissement australiens, que la race et le poids à l'arrivée étaient des prédicteurs névralgiques. En effet, comparativement aux bovins Angus, les bovins Hereford risquaient deux fois plus d'être atteints du CRB, tandis que les races adaptées aux climats tropicaux présentaient moins de risques. De plus, les bovins lourds (≥ 480 kg) risquaient moins de tomber malades que les bovins légers

(< 400 kg). La saison d'arrivée jouait aussi un rôle : l'arrivée à l'été ou à l'automne était associée à un risque accru par rapport à l'arrivée printanière. Babcock et coll. (2013) ont obtenu des résultats similaires lorsqu'ils ont analysé les données de 8,9 millions de bovins en parc d'engraissement. À l'aide d'un modèle binomial négatif multidimensionnel, ils ont constaté qu'un poids léger à l'arrivée, le sexe (masculin) et l'arrivée printanière ou estivale étaient associés à une augmentation des pertes; les caractéristiques liées au poids, au sexe et au mois d'arrivée interagissant substantiellement entre elles. Ces études montrent que les risques de CRB ne dépendent pas d'un seul facteur, mais découlent de l'effet cumulatif de multiples facteurs de stress en interaction les uns avec les autres à l'arrivée au parc d'engraissement.

Le stress lié au transport est aussi un facteur de risque du CRB. S'intéressant à 14 601 cohortes de 21 parcs d'engraissement des États-Unis, Cernicchiaro et coll. (2012b) ont décelé une association entre le transport sur de longues distances et une augmentation de la morbidité associée au CRB, une hausse de la mortalité (toutes causes confondues) et une réduction du rendement (poids de carcasse chaude et gain moyen quotidien). Ces effets dépendaient du poids à l'arrivée, de la saison, de l'origine et du sexe de l'animal; la réaction de stress au transport varie donc dans les groupes démographiques.

Facteurs de risque liés à la gestion. De plus en plus de recherches montrent que les pratiques de gestion jouent un rôle important dans le risque de CRB après l'arrivée en parcs d'engraissement. Selon Hay et coll. (2017), 82 % des cas de CRB en parcs d'engraissement australiens dans les 50 premiers jours d'engraissement pouvaient être attribués à des facteurs de gestion modulables. Les facteurs les plus influents étaient l'accès commun à l'eau dans les enclos, le mélange préalable avec des animaux provenant d'autres troupeaux, le moment du transfert vers le parc d'engraissement, la taille du groupe avant l'intégration, la présence du BVDV-1 dans la cohorte, la race et le poids à l'arrivée. De même, Hay et coll. (2014) ont rapporté que le mélange de bovins provenant de plusieurs sources et le transport juste avant l'arrivée au parc d'engraissement augmentaient le risque de CRB, alors que le mélange préalable (≥ 4 semaines avant), la formation de groupes de plus grande taille avant l'arrivée au parc d'engraissement (≥ 100 têtes) et le rapprochement à proximité du parc d'engraissement au moins 27 jours avant l'arrivée avaient un effet protecteur. Hay et coll. (2016b) ont en outre constaté que les abreuvoirs entre les enclos et l'intégration d'animaux aux enclos sur plusieurs jours augmentaient le risque de CRB. Dans les parcs d'engraissement américains, Rojas et coll. (2022a) ont constaté qu'un espace d'enclos restreint ($\leq 23,2$ m² par animal) augmentait le risque de CRB, en particulier chez les bovins pesant entre 409 et 453 kilogrammes ou dans les cohortes de grande taille (> 175 animaux). Il est intéressant de noter que, dans le groupe de 409 à 453 kilogrammes, un espace réduit pour les mangeoires ($\leq 0,3$ mètre) était associé à une incidence plus faible du CRB par rapport à un espace supérieur, mais les raisons de cette association restent floues. Dans une autre étude, Rojas et coll. (2022b) ont constaté que deux sources d'eau par enclos réduisaient la morbidité liée au CRB dans les cohortes de taille moyenne et chez les bovins légers, tandis que les clôtures communes et le partage d'un abreuvoir présentaient des associations incohérentes. Enfin, Wisnieski et coll. (2021) ont établi un lien entre une mortalité plus élevée attribuable au CRB dans les 60 premiers jours d'engraissement et les veaux qui avaient été sevrés à l'achat, avaient parcouru plus de 1 082 kilomètres, provenaient de divers groupes ou pesaient moins de 255 kilogrammes. Les conditions environnementales au moment de l'achat – notamment la pluie, la chaleur et les fluctuations de température pendant la semaine d'arrivée – ont rehaussé le

risque. Il est à noter qu'un vent faible le jour de l'achat était associé à une mortalité plus élevée attribuable au CRB lors des transports sur de longues distances, et que les effets du stress thermique étaient amplifiés chez les veaux légers.

Dans l'ensemble, ces études confirment que les risques de CRB chez les bovins en parc d'engraissement ne sont pas alimentés par une cause unique prévalente, mais par des effets cumulatifs et parfois synergiques de facteurs de stress multiples agissant à la fois au niveau de l'individu que de la gestion. Des caractéristiques comme le poids léger, le sevrage récent, le mélange des animaux, le transport et une adaptation faible aux conditions environnementales contribuaient invariablement à la morbidité attribuable au CRB, surtout en conjugaison les unes avec les autres. Le moment et la manière de préparer le bétail et de l'intégrer au parc d'engraissement (les stratégies de regroupement et les conditions de logement, par exemple) peuvent soit atténuer, soit amplifier ce risque. Ces conclusions renforcent l'idée selon laquelle une prévention efficace du CRB passe par une méthodologie multidimensionnelle, proactive et adaptée aux caractéristiques des animaux et au contexte global du système de production.

3.2.2.4 Préconditionnement

La recherche indique que le preconditionnement quelques jours avant le transport, lequel comprend des pratiques comme le sevrage, la vaccination et l'adaptation nutritionnelle, peut avoir une influence sur le risque de CRB et faciliter l'adaptation au parc d'engraissement. Dans une étude longitudinale menée en Australie, Hay et coll. (2016c) ont trouvé que le sevrage des bovins dans leur milieu d'origine, l'exposition aux grains avant l'arrivée en parc d'engraissement et la vaccination contre le virus de la diarrhée virale bovine ou *Mannheimia haemolytica* diminuaient l'incidence du CRB après l'arrivée dans le parc. Vanbergue et coll. (2024) ont évalué un programme de preconditionnement dans des troupeaux bovins français en comparant des veaux sevrés à l'intérieur de 50 jours avant le transport, lesquels avaient reçu des compléments alimentaires, été vermifugés et vaccinés deux fois, à des veaux restés avec leur mère jusqu'au transport et n'ayant reçu aucune intervention. Bien que le programme vise à améliorer la santé et les rendements, les veaux inscrits dans le groupe preconditionné ont affiché une morbidité plus élevée pendant la période de preconditionnement, probablement en raison de conditions de logement sous-optimales. Après leur arrivée au parc d'engraissement, la morbidité n'était pas différente entre les groupes. Si la croissance précoce s'est améliorée chez les veaux preconditionnés, les différences de rendement global n'étaient pas concluantes.

L'effet du preconditionnement sur la santé et le rendement du parc d'engraissement semble dépendre de la composition du groupe. Mijar et coll. (2023) ont constaté que les enclos entièrement composés d'animaux preconditionnés avaient bien moins de morbidité associée au CRB (24 %) que les enclos où il y avait seulement des veaux prétriés provenant d'encans (50 %). Dans les enclos mixtes, l'incidence du CRB était la plus élevée lorsque les veaux preconditionnés représentaient seulement 25 % de l'enclos (63 %) et la plus faible lorsqu'ils représentaient jusqu'à 50 % (21 %). Les veaux provenant d'un encan affichaient des gains moyens quotidiens plus élevés que les veaux preconditionnés, peu importe le groupe, possiblement parce que les veaux en provenance d'encans avaient été prétriés avant d'être mélangés. Dans les enclos mixtes, les veaux du groupe preconditionné à 25 % ont enregistré les gains les plus importants (1,08 kg/jour), que le groupe preconditionné à 50 % et 75 %; le groupe preconditionné à 100 % a enregistré les gains les plus faibles. Le mélange en lui-même n'a pas

eu d'incidence significative sur le risque lié au CRB dans les deux groupes, ce qui semble indiquer que l'historique d'exposition et les caractéristiques individuelles des veaux peuvent avoir une influence plus importante que le mélange.

Le préconditionnement est aussi avantageux parce qu'il stimule les adaptations comportementales à l'environnement du parc d'engraissement. Hodder et coll. (2023) ont constaté que les veaux préconditionnés passaient plus de temps à manger et moins de temps inactifs que les veaux en provenance des encans, tandis que les veaux issus directement de l'exploitation montraient un comportement intermédiaire. À mesure que la proportion de veaux provenant d'encans augmentait dans l'enclos, le temps consacré à l'alimentation diminuait, en particulier lorsque les veaux préconditionnés étaient minoritaires. De même, Mijar et coll. (2024) ont utilisé des moniteurs d'activité et le cortisol dans les poils pour évaluer le stress et l'adaptation au parc d'engraissement. Bien que les concentrations de cortisol, les niveaux de CRB et la croissance ne différaient pas entre les groupes, les veaux préconditionnés passaient systématiquement plus de temps à manger, à ruminer et à être actifs, et moins de temps à être inactifs, par rapport aux veaux prétriés provenant d'encans. Cela donne à penser que le préconditionnement soutient des tendances favorables d'adaptation à l'environnement du parc d'engraissement.

La modélisation économique soutient aussi la valeur du préconditionnement. Chiu et coll. (2022) ont réalisé une analyse économique comparant les bovins soumis ou non au préconditionnement ayant eu un traitement métaphylactique à l'arrivée au parc d'engraissement. Le rendement net des veaux préconditionnés était de 48,15 dollars US supérieur par tête que les veaux non préconditionnés, ce qui pourrait justifier pour les parcs d'engraissement un prix allant jusqu'à 7,79 dollars US par 100 livres.

Somme toute, les données probantes soutiennent le potentiel du préconditionnement à réduire les risques liés au CRB et faciliter l'adaptation au parc d'engraissement. Les résultats de croissance étaient partagés, mais les veaux préconditionnés affichaient une morbidité moindre et des comportements d'alimentation plus favorables après l'arrivée (ex. plus de temps passé à manger et moins de temps inactifs). Ces constats montrent que le préconditionnement contribue à l'adaptation des veaux aux facteurs de stress liés à la transition vers le parc d'engraissement, et ce même dans des enclos mélangés en favorisant une adaptation comportementale accrue et de résultats de santé optimaux au cours de la période d'engraissement précoce. Même si le préconditionnement permet de diminuer l'utilisation des antimicrobiens et d'améliorer les retombées économiques, sa généralisation est restreinte par la dépendance actuelle à la métaphylaxie et l'absence d'incitatifs commerciaux cohérents pour récompenser les producteurs et productrices qui appliquent le préconditionnement. Les avantages pour la santé ont été cités comme une motivation pour adopter le préconditionnement, mais les contraintes financières seraient un obstacle. Il n'en reste pas moins que le manque de compréhension de la situation des diverses parties prenantes de la chaîne d'approvisionnement (Mijar et coll., 2025) montre qu'il existe encore un déficit de connaissances qui devrait être comblé à l'aide de méthodes qualitatives plutôt que quantitatives.

3.2.2.5 *Diagnostic du complexe respiratoire bovin*

Chez les bovins en parc d'élevage, le diagnostic de CRB se base typiquement sur des signes cliniques ou des changements comportementaux. Ces signes – la fièvre, l'anorexie, la dépression, la toux, l'écoulement nasal ou la respiration anormale – reflètent la réaction inflammatoire de l'animal. Or, les méthodes classiques de diagnostic reposent sur des observations cliniques à l'exactitude et la cohérence limitées. Timsit et coll. (2016) ont mené une méta-analyse bayésienne où ils se sont appuyés sur les lésions pulmonaires à l'abattage pour évaluer l'exactitude diagnostique de la détection clinique de la maladie par les personnes chargées de l'inspection des parcs. Ils ont trouvé que les observations cliniques avaient une sensibilité faible (27 %), mais une spécificité élevée (92 %), soit un signe que beaucoup de cas de CRB sont sûrement passés sous le radar. Dans les études, les diagnostics affichaient une qualité très variable; il faudrait donc normaliser les méthodes diagnostiques dans les parcs d'élevage afin d'en augmenter la fiabilité.

D'autres approches visant à faciliter la détection précoce du CRB ou à confirmer le diagnostic ont également été étudiées. Dans un examen systématique, Wolfger et coll. (2015) ont constaté que l'haptoglobine sérique était le biomarqueur le plus souvent employé pour diagnostiquer le CRB. Par ailleurs, les tests classiques – numération des globules blancs, rapports neutrophiles/lymphocytes et cortisol – manquant de précision, leur valeur pour confirmer un diagnostic de CRB chez les bovins en parc d'élevage était limitée. De plus, il s'est avéré difficile d'établir une distinction claire entre les cas de CRB et les témoins sains sur la base de la détection des agents pathogènes responsables du CRB. L'étude a également mis en évidence le potentiel de la surveillance automatisée du comportement et de la température en faveur d'une détection précoce du CRB. En effet, le suivi de la prise alimentaire et les accéléromètres ont permis de détecter le CRB plusieurs jours avant l'apparition des signes cliniques de la maladie. Les bolus de température réticulo-ruminale et la thermographie infrarouge ont également permis de détecter une hyperthermie précoce plusieurs jours avant l'apparition des signes visuels. En ce qui concerne les indicateurs pronostiques, la détection d'agents pathogènes spécifiques, l'utilisation d'un stéthoscope automatisé pour évaluer l'état pulmonaire et l'échographie pourraient être utiles pour prédire l'issue du CRB; cependant, la température rectale ne semblait pas permettre de prédire les résultats du traitement.

S'appuyant sur les constats de Wolfger et coll. (2015), plusieurs études ont évalué les technologies de surveillance comportementale et physiologique afin de favoriser une détection précoce et précise du CRB chez les bovins en parc d'élevage. White et coll. (2023) ont rapporté que les veaux dont le diagnostic de CRB a été posé ultérieurement étaient moins actifs, passaient plus de temps à moins d'un mètre de la mangeoire et de l'abreuvoir pendant les 6 premiers jours d'alimentation et pendant la nuit, et s'isolaient de plus en plus après les 7 premiers jours d'élevage. Dans une étude antérieure, White et coll. (2016) ont comparé l'observation visuelle à des systèmes de surveillance à distance qui suivent les changements d'alimentation et d'activité afin de diagnostiquer le CRB à l'aide d'une analyse bayésienne des classes latentes. Les systèmes de surveillance à distance avaient une sensibilité (81,3 %) et une spécificité (92,9 %) supérieures à l'observation visuelle (64,5 % et 69,1 %, respectivement). À l'aide d'accéléromètres, Pillen et coll. (2016) ont décelé une réduction du temps debout, du nombre de pas et des périodes de repos jusqu'à 6 jours avant l'identification clinique de la maladie. De plus, la veille du diagnostic, les veaux atteints du CRB restaient debout 54 minutes

de moins, faisaient 629 pas de moins et avaient moins de périodes de repos que les veaux témoins. Toaff-Rosenstein et Tucker (2018) ont aussi défini les réactions physiologiques et comportementales liées au CRB chez les génisses nouvellement arrivées. Plus précisément, les génisses qui ont développé un CRB présentaient une température rectale élevée deux jours avant le diagnostic et passaient moins de temps à s'alimenter le jour du diagnostic que les génisses témoins en bonne santé. Le comportement de toilettage, mesuré à l'aide d'une brosse, ne différait pas entre les groupes. Flattot et coll. (2021) ont également constaté que la surveillance de la température pouvait être utile. Plus précisément, ils ont constaté que les bouvillons atteints du CRB subclinique présentaient des épisodes plus longs et plus fréquents d'élévation de la température réticulo-ruminale ($> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) que les bovins sains. Il y avait une corrélation entre ces mesures de température, qui étaient associées à des rendements plus faibles, et les pathologies pulmonaires à l'abattoir. Schaefer et coll. (2012) ont également trouvé utile d'utiliser la thermographie infrarouge non invasive basée sur la technologie d'identification par radiofréquence dans les abreuvoirs pour détecter le CRB. Ils ont constaté que les animaux ayant reçu un diagnostic de CRB présentaient des valeurs thermiques infrarouges maximales nettement plus élevées ($35,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) que les animaux en bonne santé ($34,9\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Ces preuves de plus en plus nombreuses montrent à la fois la difficulté du diagnostic du CRB dans les parcs d'engraissement et le potentiel des outils comportementaux, thermiques et automatisés à faciliter une détection précoce et cohérente. Combiner ces approches avec une meilleure formation et validation pourrait améliorer la santé animale et guider une utilisation plus prudente des antimicrobiens.

3.2.3 Boiterie chez les bovins en parc d'engraissement

La boiterie est un problème de santé et de bien-être courant chez les bovins en parc d'engraissement; elle revient régulièrement parmi les principales raisons de traitement. Dans une analyse rétrospective de plus de 660 000 bovins provenant de 28 parcs d'engraissement nord-américains, Davis-Unger et coll. (2019) ont révélé que la boiterie représente 32 % de tous les cas de maladie diagnostiqués. De même, Hendrick et Abeysekera (2014) ont signalé que la boiterie, deuxième trouble en importance derrière le CRB (42 %), représentait 40 % de tous les traitements de 1,1 million de bovins issus de 8 parcs d'engraissement canadiens. D'autres études sont arrivées à des résultats comparables : Marti et coll. (2021) ont noté que la boiterie était la raison d'intervention de traitement dans 36,3 % des cas de bovins retirés du lot à 2 parcs d'engraissement albertains, et Erickson (2023) a trouvé que 28,5 % de toutes les interventions de traitement concernaient la boiterie dans un ensemble de données sur plus de 1,7 million de bovins issus de 28 parcs d'engraissement canadiens.

Dans ces études, la cause la plus fréquente d'un diagnostic de boiterie était le piétin contagieux. Davis-Unger et coll. (2019) ont découvert que le piétin représentait 74,5 % des diagnostics de boiterie, venaient ensuite les infections articulaires (16,1 %), la boiterie sans enflure visible (6,1 %) et les blessures (3,1 %). Marti et coll. (2021) estimaient également que le piétin contagieux serait la principale cause (41,8 %), suivi de la dermatite digitale (25,5 %), la boiterie des membres antérieurs (5,9 %), les infections articulaires (5,5 %), les blessures (4,9 %), la nécrose de la pince (3,9 %) et la fourbure (1,5 %). Terrell et coll. (2017) ont noté que les diagnostics les plus courants étaient les blessures des membres proximaux, puis la boiterie toutes causes confondues, l'arthrite septique ou la septicémie digitale profonde et le piétin contagieux.

Enfin, Erickson (2023) a trouvé que le piétin contagieux, la dermatite digitale et la nécrose de la pince représentaient respectivement 90 %, 8 % et 2 % des cas de boiterie associés au sabot. Ces résultats indiquent que, même si le piétin contagieux est la cause prévalente, d'autres raisons, comme la dermatite digitale et les infections articulaires, représentent aussi une grande portion des cas de boiterie.

La boiterie est aussi associée à des pertes économiques substantielles. Dans une étude de Cortes et coll. (2021a), les bovins atteints de la dermatite digitale enregistraient des gains moyens quotidiens bien moins élevés que les animaux sains, de 0,11 à 0,17 kilogramme de moins par jour selon les divers groupes. Les bovins atteints du piétin contagieux affichaient eux aussi des gains quotidiens moyens inférieurs (de 0,05 à 0,06 kilogramme par jour pour certaines génisses d'un an). En outre, en se basant sur le coût du traitement, la main-d'œuvre nécessaire et l'alimentation supplémentaire, Cortes et coll. (2021a) ont estimé que la dermatite digitale occasionne les conséquences économiques les plus lourdes de tous les cas de boiterie, les pertes pouvant atteindre 98 dollars canadiens par animal, tandis que le piétin contagieux représentait des pertes plus modestes, pouvant atteindre 30 dollars canadiens par animal. Davis-Unger et coll. (2017) ont également évalué les répercussions économiques de différentes formes de boiterie à l'aide d'un modèle d'arbre décisionnel modifié basé sur les données de 10 années d'engraissement. Ils ont constaté que les bovins en parc d'engraissement ayant reçu un diagnostic de piétin contagieux ou le piétin contagieux chez les bovins lourds (c'est-à-dire ceux qui ont passé plus de jours en engraissement) avaient les gains quotidiens moyens les plus élevés avant le traitement (respectivement 1,14 et 1,57 kg/jour), tandis que ceux qui souffraient d'infections articulaires ou de boiterie sans enflure visible avaient des gains beaucoup plus faibles (respectivement 0,53 et 0,64 kg/jour). Après le traitement final, les bovins atteints de piétin contagieux ont généré un rendement net estimé à 568 dollars canadiens par animal, tandis que ceux atteints d'infections articulaires ou de boiterie sans enflure visible ont généré des rendements négatifs de -286 et -701 dollars canadiens par animal, respectivement.

Marti et coll. (2021) et Erickson (2023) ont décelé de multiples facteurs de risque relatifs à l'animal et à la gestion de la boiterie dans les parcs d'engraissement canadiens. D'après Marti et coll. (2021), la boiterie était plus fréquente chez les bovins lourds que les bovins légers, ce qui pourrait notamment expliquer pourquoi les veaux d'un an présentent un risque supérieur aux veaux arrivés à l'automne ou à l'hiver. Les bovins issus directement d'une exploitation risquaient davantage de boiter que les bovins provenant d'un marché aux enchères, et la réduction de la quantité de fourrage et de la densité d'élevage a encore accru le risque de boiterie. Sur le plan saisonnier, le risque atteignait un sommet au printemps et se trouvait accentué par les précipitations et les fluctuations de température, ce qui souligne l'importance de maintenir les enclos en bon état. Erickson (2023) s'est intéressé spécifiquement à la boiterie liée aux sabots et a constaté que le risque était plus élevé chez les bovins élevés dans des parcs d'engraissement de petite capacité. Les bovins provenant d'élevages confinés ou de systèmes basés sur l'herbe étaient également plus exposés, peut-être en raison d'un mélange accru ou d'une mauvaise intégrité des sabots avant leur arrivée au parc d'engraissement. L'effet de l'âge variait en fonction de la provenance et de la taille du parc d'engraissement. Par exemple, les veaux provenant d'un marché aux enchères et élevés dans des parcs d'engraissement de grande taille étaient plus susceptibles de boiter que les veaux d'un an, tandis que l'inverse a aussi été observé dans les parcs d'engraissement de petite capacité. Globalement, ces études mettent en évidence

l'interaction complexe entre le poids, la provenance, la saison et l'état du parc d'engraissement dans le risque de boiterie.

3.2.3.1 Piétin contagieux

Le piétin contagieux, ou panaris interdigité, est une infection polybactérienne de la peau interdigitale et des tissus sous-jacents; c'est le plus souvent la bactérie *Fusobacterium necrophorum* qui s'est introduite entre la peau et l'onglon après une lésion mécanique. Il semble que d'autres organismes – les bactéries *Porphyromonas levii* et *Prevotella intermedia* – contribuent à la persistance ou la gravité des lésions. Des analyses récentes du microbiome soutiennent aussi le rôle de la dysbiose microbienne dans la progression de la maladie, la structure de la communauté bactérienne ayant été substantiellement modifiée en présence d'une patte affectée (Erickson et coll., 2024a).

Une seule étude s'est précisément intéressée aux facteurs de risque associés au piétin contagieux chez les bovins en parc d'engraissement. D'après une analyse des dossiers médicaux de plus de 660 000 animaux, Davis-Unger et coll. (2019) ont constaté que les veaux introduits à l'automne et à l'hiver risquaient davantage de souffrir du piétin contagieux que les individus d'un an. Ils ont aussi observé une variation en fonction du sexe. Du côté des bouvillons, ceux introduits à l'automne risquaient davantage que ceux d'un an de développer cette maladie, alors que ceux arrivés à l'hiver y étaient moins susceptibles. Quant aux taures, celles arrivées à l'hiver risquaient moins d'être atteintes du piétin contagieux que les taures d'un an. Ces résultats montrent que l'âge à l'arrivée dans le parc d'engraissement, la saison et les conditions environnementales qui y sont possiblement associées peuvent jouer sur le risque de maladie.

3.2.3.2 Dermatite digitale

La dermatite digitale est une cause majeure de la boiterie infectieuse chez les bovins, laquelle est caractérisée par des ulcères douloureux typiquement près du bulbe du talon. Ces ulcères sont le plus souvent associés aux bactéries *Treponema*; cependant, une méta-analyse récente effectuée par Caddey et De Buck (2021) a aussi systématiquement relevé les bactéries *Mycoplasma*, *Porphyromonas* et *Fusobacterium*, ce qui dénote que la dysbiose microbienne peut contribuer à la progression de la maladie. S'appuyant sur cette compréhension de l'étiologie, Thomas et coll. (2022a) ont démontré qu'il est possible d'induire expérimentalement des lésions de la dermatite digitale chez des veaux de boucherie à l'aide d'un modèle qui avait été mis sur pied pour les veaux laitiers. Dans l'étude, les deux pattes arrière ont été abrasées et enveloppées dans un milieu anaérobie avant d'être inoculées avec un substrat provenant de lésions macérées de dermatite digitale. 3 des 5 veaux inoculés ont développé des lésions dans les 14 à 18 jours, tandis qu'aucun des veaux du groupe témoin n'a été affecté. La présence de la bactérie *Treponema* a été confirmée par amplification en chaîne par polymérase dans des biopsies de lésions, ce qui renforce son rôle central dans la pathogenèse de la dermatite digitale.

Chez les bovins en parc d'engraissement, la dermatite digitale est associée à des facteurs de risque relatifs à l'individu et au système. Erickson et coll. (2024b) ont analysé les dossiers médicaux de plus de 1,2 million de bovins issus de 28 parcs d'engraissement de l'Ouest canadien et ont constaté que les bovins issus d'exploitations de préengraissement en milieu confiné présentaient un taux d'incidence de la dermatite digitale supérieur à ceux provenant d'encans. En

revanche, les veaux issus directement de l'exploitation affichaient un taux bien plus faible que ceux provenant d'encans. Le diagnostic était plus probable chez les femelles que les mâles, même si la différence entre les deux sexes variait selon les années. Les parcs d'engraissement de grande taille étaient plus susceptibles de rapporter des cas que les parcs de petite taille, ce qui illustre l'influence de la taille de l'exploitation. Dans une autre étude, Cortes et coll. (2021b) ont suivi 2 854 bovins issus de 11 enclos associés à 2 parcs d'engraissement commerciaux. La dermatite digitale a été diagnostiquée chez 2,5 % des bovins, mais seulement 22 % des animaux affectés ont montré des signes cliniques de boiterie. La morphologie des pieds et des pattes ne différait pas entre les bovins atteints et non atteints, mais une mauvaise hygiène des enclos était fortement associée au risque de dermatite digitale. Par rapport aux enclos secs, les bovins hébergés dans des enclos contenant plus de boue que de litière ou une boue excessive présentaient un risque significativement plus élevé de dermatite digitale. Les données disponibles indiquent que les pratiques de gestion, en particulier l'approvisionnement en bovins et l'hygiène des enclos, sont des facteurs clés dans l'apparition de la dermatite digitale dans les systèmes de parcs d'engraissement.

La prévention de la dermatite digitale des bovins est surtout axée sur les bains de pied. Jacobs et coll. (2019) ont mené un examen systématique et une méta-analyse pour évaluer l'efficacité des protocoles de bains de pied à la fois dans le traitement et la prévention chez les bovins laitiers. Parmi les 14 études consultées, seule l'utilisation d'une solution de sulfate de cuivre à 5 % au moins 4 fois par semaine a montré des avantages constants, affichant une meilleure efficacité de traitement que l'absence de bain de pied et un placebo d'eau. Aucun autre protocole n'a démontré d'effets préventifs ou thérapeutiques substantiels, probablement en raison de la petite taille de l'échantillon et de la grande variabilité méthodologique. Les bains de pied sont une pratique courante dans les exploitations laitières, mais il manque d'études sur leur efficacité chez les bovins de boucherie. Leur intérêt pour le secteur bovin canadien est inconnu.

D'autres stratégies préventives ont été étudiées pour les bovins de boucherie. À l'aide d'un modèle d'infection expérimentale, Anklam et coll. (2025) ont testé les effets des aliments complémentaires d'un produit de fermentation de *Saccharomyces cerevisiae* sur le développement de la dermatite digitale chez les bouvillons Holstein. Des lésions précoces ou actives sont apparues chez tous les animaux, mais les bovins du groupe témoin étaient 1,5 fois plus susceptibles de développer des lésions ulcéreuses. La taille des lésions ne variait pas entre les groupes, mais ces résultats montrent que la complémentation, une optique nutritionnelle de réduction des risques, peut ralentir la progression des lésions.

Les suppléments minéraux ont aussi fait l'objet d'une stratégie préventive. Dans une étude longitudinale d'un parc d'engraissement, Kulow et coll. (2017) ont comparé une alimentation témoin contenant seulement des traces de minéraux inorganiques à une alimentation composée de minéraux organiques et inorganiques administrés tout au long de la période d'engraissement. Au cours de la phase d'adaptation initiale de 60 jours, une proportion supérieure de bouvillons du groupe supplémenté a développé des lésions de dermatite digitale. Cependant, dans la période suivant l'adaptation et s'étant poursuivi jusqu'à l'abattage, le risque relatif de dermatite digitale était plus grand dans le groupe témoin, ce qui laisse croire qu'il y a un avantage dans la durée à intégrer des minéraux organiques. Se fondant sur ce travail, Anklam et coll. (2022) ont réalisé un essai contrôlé randomisé de 11 mois sur 1 120 femelles de boucherie afin d'évaluer l'incidence des traces de minéraux organiques sur la dermatite digitale et le rendement des carcasses. Même

s'il n'y avait pas de différences marquées dans la prévalence des lésions à l'échelle de l'enclos durant la phase suivant l'adaptation, l'analyse des individus a montré que la progression des lésions avançait à un rythme plus faible chez les bovins recevant des traces organiques de minéraux. Le poids de carcasse chaude de ces bovins à l'abattage était en moyenne 9,7 kilogrammes de plus que le groupe témoin.

3.2.3.3 *Nécrose de la pince*

La nécrose de la pince est une affection douloureuse pour les bovins en parc d'engraissement, qui se caractérise par une nécrose évolutive de la phalange distale et des tissus autour du sabot (Erickson et coll., 2024a). On estime le plus souvent qu'elle est issue d'une abrasion, ce qui permet de penser que la répétition d'un stress mécanique mène à une usure excessive et à la séparation apicale de la ligne blanche, créant un point d'entrée pour les bactéries dans la capsule cornée et l'os. Dans une étude cas-témoins portant sur 222 bovins, Paetsch et coll. (2017) ont constaté que les animaux atteints avaient des sabots nettement plus fins et étaient plus susceptibles de présenter une forte prolifération d'*Escherichia coli* et de *Trueperella pyogenes*, ce qui confirme que la colonisation bactérienne est un élément central de la pathogenèse. Les animaux atteints étaient également plus susceptibles d'être infectés de manière aiguë ou transitoire par le virus de la diarrhée virale bovine, ce qui peut entraîner des lésions en raison d'une vascularite déclenchée par le virus.

Gyan et coll. (2015) ont évalué les pattes arrière de bovins élevés en parc d'engraissement et ont constaté que la séparation de la ligne blanche apicale était un facteur prédictif très fiable de la nécrose de la pince. Les caractéristiques macroscopiques et histologiques ont montré un schéma constant d'infection ascendante commençant à l'extrémité distale du sabot, ce qui renforce l'hypothèse selon laquelle l'infection débute au niveau de la ligne blanche apicale. Johnston et coll. (2019) ont approfondi ce sujet en examinant des membres de carcasses soumis à une charge mécanique. Les onglons des animaux atteints par une nécrose de la pince présentaient une séparation de la ligne blanche nettement plus importante que ceux des animaux témoins, cette séparation s'aggravant à mesure que la charge de compression augmentait. Ces résultats montrent comment des matières organiques peuvent se loger dans la capsule du sabot, contribuant ainsi à l'apparition d'une nécrose de la pointe des sabots (Erickson et coll., 2024a). Plus récemment, Hedayati et coll. (2025) ont utilisé un simulateur d'abrasion pour reproduire l'usure des onglons sur un sol en béton. Par rapport au groupe témoin, les onglons abrasés présentaient une rigidité nettement inférieure au niveau de la ligne blanche apicale, et les données d'imagerie semblaient indiquer que l'abrasion pouvait créer des voies d'entrée aux matières étrangères dans l'onglon. Ces résultats appuient une fois de plus le rôle de l'abrasion dans le développement de la nécrose de la pince.

On associe plusieurs facteurs de risque à la nécrose de la pince. Jelinski et coll. (2016) ont analysé les dossiers médicaux de 1 904 lots de bovins issus de 48 parcs d'engraissement au Canada et ont trouvé que la nécrose de la pince s'est déclenchée de manière sporadique, mais s'est concentrée dans des lots et des parcs d'engraissement en particulier. Seulement 4 % des lots avaient au moins un cas, et 26 % de ceux-ci se sont déclarés dans un même parc d'engraissement, ce qui donne à penser que des facteurs liés au milieu peuvent influencer l'occurrence de la maladie. Observée tout au long de l'année, l'affection a touché les veaux, les animaux d'un an, les bouvillons et les taures. Aucun lien stable ne s'est dégagé de l'origine de

l'animal et du moment de l'euthanasie ou du décès attribuable à la nécrose de la pince. De tous les 702 bovins touchés, le moment médian de diagnostic était de 19 jours à l'engraissement et le temps médian avant le décès ou l'euthanasie était de 27 jours. Erickson (2023) ont aussi constaté que la majorité des cas arrivaient tôt dans la période d'engraissement, avec une moyenne de seulement 9 jours en engraissement avant le diagnostic. Compte tenu de l'apparition précoce, Erickson et coll. (2024a) avancent que la maladie peut être liée à des agents de stress, comme le transport et le traitement à l'arrivée au parc d'engraissement.

Dans une étude des potentiels facteurs de risque nutritionnels, Jelinski et coll. (2018) ont examiné les concentrations minérales pour voir si elles différaient chez les bovins atteints de la nécrose de la pince et les bovins témoins en santé. Des échantillons du sabot de 183 bovins dans 16 parcs d'engraissement ont été prélevés afin d'effectuer une analyse de 8 minéraux dans le sabot et la corne solaire. Les concentrations en magnésium étaient substantiellement inférieures dans l'onglon des animaux affectés. Chaque fois que le taux de magnésium diminuait de 10 ppm, on constatait une augmentation du risque de nécrose de la pince de 1,13 fois dans la paroi du sabot et de 1,21 fois dans la corne solaire; il est donc possible qu'une carence en magnésium nuise à la qualité de la corne et prédispose les bovins à la maladie.

3.2.3.4 Infections articulaires

Malgré leur fréquence chez les bovins en parc d'engraissement, les infections articulaires sont encore mal comprises, surtout relativement aux facteurs de risque sous-jacents. L'arthrite septique est une forme grave et unique d'infection articulaire. Warr (2024) a analysé la composition microbienne de 66 échantillons de liquide synovial choisis parmi 137 cas d'arthrite septique recueillis dans 11 parcs d'engraissement commerciaux. *Mycoplasma* représentait 94,8 % de la diversité bactérienne dans les articulations septiques, sa prévalence étant significativement plus élevée et sa diversité microbienne plus faible dans les articulations touchées par l'arthrite septique et les échantillons post-mortem. Contrairement aux hypothèses précédentes, *Histophilus* ne figurait pas parmi les 15 genres les plus détectés, et les membres de la famille des *Pasteurellaceae* ne représentaient que 1 % des variants de séquence d'amplicon. L'identification au niveau de l'espèce a révélé la présence de *Mycoplasma alkalescens* et de *Mycoplasma wenyonii* dans un petit sous-ensemble d'échantillons. Cette découverte tend à indiquer que *Mycoplasma* serait l'organisme prédominant dans les articulations septiques des bovins d'engraissement, plutôt qu'*Histophilus*.

Dans une analyse des facteurs de risque, Davis-Unger et coll. (2019) ont constaté que les veaux arrivés à l'automne affichaient une probabilité largement supérieure d'infection articulaire comparativement aux animaux d'un an, ce qui porte à penser que les jeunes animaux présentent une vulnérabilité accrue. Leur analyse a aussi révélé des différences entre les sexes, les infections articulaires touchant moins les mâles que les femelles. Fait important, les infections articulaires représentaient près de la moitié de tous les décès associés à la boiterie dans l'étude, ce qui démontre la gravité clinique et le besoin d'interventions ciblées.

3.2.3.5 Diagnostic de boiterie

La boiterie est une situation douloureuse qui affecte les bovins, et altère leur mobilité et leur posture. Les animaux touchés présentent souvent des signes comme le hochement de la tête, le

dos arqué et des foulées plus courtes que la normale ou irrégulières attribuables à un inconfort en position debout ou pendant la marche (Coetzee et coll., 2017). L'évaluation de ces indicateurs visuels peut contribuer à détecter la boiterie et mieux comprendre les pathologies des sabots sous-jacentes.

Thomas et coll. (2022b) ont exploré la relation entre la dermatite digitale, les scores de locomotion et des caractéristiques particulières de la démarche de 480 bovins en parc d'engraissement. Dans l'évaluation des animaux, ils ont observé les signes suivants : un dos arqué, une démarche asymétrique, le hochement de la tête, la réticence à porter son poids et des traçages inégaux (ex. les sabots arrière ne touchent pas le sol à l'endroit ou à proximité de l'endroit où se trouvent les sabots avant). Les pattes arrière ont ensuite été examinées afin de détecter la présence d'une dermatite digitale et les lésions ont été classées par stade. Les bovins atteints de dermatite digitale présentaient des scores de locomotion nettement supérieurs, les risques de boiterie étant les plus élevés chez ceux présentant des lésions actives (c'est-à-dire ulcéreuses). Parmi les caractéristiques de la démarche, la démarche asymétrique et la réticence à supporter le poids étaient les plus fortement associées à la dermatite digitale. Bien que la sensibilité des caractéristiques individuelles était faible, le score de locomotion et la démarche asymétrique étaient les meilleurs prédicteurs, ce qui justifie leur utilisation dans le diagnostic de la dermatite digitale chez les bovins en parc d'engraissement, même s'il fallait bonifier le modèle pour en améliorer la sensibilité.

D'autres affections liées aux sabots donnent des signes cliniques distincts. Chamorro et coll. (2019) se sont concentrés sur les signes cliniques associés à l'arthrite septique de l'articulation interphalangienne distale des bovins de boucherie. Dans une étude menée auprès de 39 animaux présentant une boiterie unipodale, le diagnostic d'arthrite septique a été confirmé par des changements radiographiques et une analyse du liquide synovial. Deux signes cliniques associés à l'arthrite septique étaient particulièrement révélateurs, à savoir un gonflement asymétrique au niveau de la couronne et un score de boiterie de 4 sur 5 ou plus. Plus précisément, ces indicateurs ont multiplié par 63 et 120 respectivement les chances de diagnostiquer une arthrite septique, soulignant ainsi leur valeur lors de l'évaluation à la ferme.

Même si l'évaluation de la démarche était utile, la cohérence des observateurs et observatrices était parfois discutable. Fitzsimmonds et coll. (2024) ont évalué la fiabilité d'un système de pointage de la mobilité en quatre points d'après 40 extraits vidéo captés par 39 fermes et 42 vétérinaires. L'accord entre tous les répondants et toutes les répondantes était raisonnable (κ de Fleiss = 0,34), les vétérinaires affichant une fidélité interjuge supérieure à celle des éleveurs et éleveuses (0,38 contre 0,29). La cohérence intrajuge variait considérablement, allant de légère à presque parfaite. Ces résultats indiquent que la variabilité dans la notation peut réduire la fiabilité de la détection visuelle de la boiterie chez les bovins de boucherie, soulignant la nécessité d'une formation cohérente et de pratiques d'évaluation normalisées.

La technologie permet de surmonter les limites de l'évaluation de la démarche en conférant davantage de précision et de cohérence au diagnostic de la boiterie. Thomas et coll. (2021) se sont intéressés à la surveillance comportementale pour faciliter le diagnostic précoce de la dermatite digitale. À l'aide d'accéléromètres fixés sur les oreilles, ils ont suivi la rumination, l'alimentation, l'activité et l'inactivité de 120 femelles tout au long de la période d'engraissement. Sur 114 animaux pour lesquels des données complètes étaient disponibles,

45 % ont reçu un diagnostic de dermatite digitale. Dans les 2 à 5 jours précédant le diagnostic, les femelles atteintes ruminaient moins et étaient plus inactives que les bovins non atteints. Ces résultats montrent que la dermatite digitale influence le comportement avant la détection clinique et que la surveillance automatisée du comportement peut donner lieu à une identification précoce. Il est important de noter que l'évaluation visuelle de la démarche et la surveillance du comportement sont certes utiles pour identifier la boiterie, mais déterminer la cause sous-jacente requiert généralement de soulever les pieds afin d'examiner les lésions spécifiques ou les signes d'atteinte articulaire. Des études supplémentaires explorant l'utilisation de technologies avancées pour améliorer le diagnostic de la boiterie et de ses différentes causes sont nécessaires.

3.2.4 Maladies d'origine nutritionnelle associées à l'alimentation à forte proportion de concentrés

3.2.4.1 Acidose ruminale

L'acidose ruminale est une perturbation métabolique courante chez les bovins en parc d'engraissement; elle précède ou suit notamment les transitions vers des rations à forte proportion de concentrés. Castillo-Lopez et coll. (2014) ont suivi 250 bouvillons, dont 28 qui étaient munis de capteurs de pH ruminal, afin d'évaluer l'incidence et la gravité de l'acidose au cours des phases de semi-finition, de transition et de finition. À mesure que les bovins transitaient vers une alimentation de finition à plus de 80 % de grains d'orge, le pH ruminal diminuait, les valeurs les plus basses ayant été observées dans la seconde moitié de la période de finition. Pour circonscrire l'acidose ruminale, on étudiait la durée pendant laquelle le pH se maintenait sous 5,5, laquelle dépassait bien souvent 3 heures. À la fin de la période d'engraissement, 38 % des bovins ont été touchés par l'acidose ruminale. L'apport en matière sèche et le nombre de jours d'engraissement semblaient corrélés à la probabilité et la gravité de l'acidose. En contexte commercial, Wiese et coll. (2017) ont constaté des tendances semblables lors d'une transition de 40 jours vers une alimentation à forte proportion de concentrés. Le pH réticulo-ruminal a diminué au fur et à mesure de l'augmentation de la concentration alimentaire, et, à la fin de la transition, 83 % des bovins avaient connu au moins un épisode de plus de 180 minutes de faible pH. Ces résultats montrent un lien entre la transition vers des rations d'engraissement et l'accroissement du risque d'acidose ruminale, risque exacerbé par la diminution de la teneur en fourrage et l'augmentation de la proportion de céréales.

Le lien étroit entre l'alimentation à forte teneur en grain et l'acidose ruminale subaiguë a motivé la recherche sur l'incidence de la présence de plantes fourragères et de leur format sur le pH ruminal et le risque d'acidose. En comparant une alimentation à haute teneur en amidon et faible en fourrage (30 % de fourrage, 45,3 % d'amidon) à une alimentation à haute teneur en fourrage (70 % de fourrage, 30,9 % d'amidon), Chibisa et coll. (2016) ont vu que l'alimentation faible en fourrage faisait que le pH des bovins était inférieur à 5,5 pendant 2,5 heures par jour en moyenne comparativement à seulement 0,09 heure pour le groupe à haute teneur en fourrage.

L'alimentation faible en fourrage réduisait aussi la salivation alimentaire et basale, ce qui abaissait la capacité de tamponnage. Chibisa et coll. (2020) ont fait une étude de cas sur des alimentations de finition contenant 0 %, 4 %, 8 % ou 12 % d'ensilage d'orge (base de matière sèche) avec un concentré primaire de grains d'orge. Plus la proportion d'ensilage augmentait, plus le pH ruminal était élevé, et la durée et la gravité des épisodes d'acidose déclinaient, mais même avec 12 % d'ensilage, il y a eu une acidose. Koenig et coll. (2020) ont mené une étude

similaire sur l'ajout d'ensilage d'orge sec à raison de 0 %, 4 %, 8 % et 12 % dans des régimes d'engraissement à base d'orge. Si l'augmentation de la proportion d'ensilage a stimulé la consommation de matière sèche et que le gain moyen quotidien n'a pas été affecté, la capacité de transformation des aliments a diminué de manière linéaire, signe d'une moins bonne conversion de l'indice de consommation à mesure que la proportion d'ensilage augmentait. Le pH ruminal n'a pas été mesuré directement, mais les fortes proportions d'ensilage entraînaient, chez les bovins, de faibles taux d'ingestion, ce qui fait généralement obstacle aux baisses soudaines du pH ruminal. Or la prévalence des abcès hépatiques ne différait pas et les caractéristiques de la carcasse étaient pratiquement identiques. Pickinpaugh et coll. (2022) se sont intéressés aux niveaux de fourrage grossier de 10 à 16 % dans les régimes à base de blé contenant 30 % de drêches de distillerie modifiées et ont constaté que l'augmentation de la quantité de fibres alimentaires élevait le pH ruminal et favorisait une fermentation produisant davantage d'acétate et de butyrate. Le rendement des parcs d'engraissement n'a pas été affecté; cependant l'alimentation plus riche en fourrage grossier semblait être corrélée à une viande moins persillée.

D'autres études se sont penchées sur le rôle de l'adaptation alimentaire. Tomczak et coll. (2019) ont évalué les bouvillons ayant reçu un régime alimentaire de finition à haute teneur énergétique dès leur arrivée, soit seul, avec un complément intermittent de foin, ou suivant un régime alimentaire de démarrage à faible teneur énergétique (depuis une faible concentration qui a augmenté progressivement). Même si aucune différence ne s'est dégagée des résultats de croissance, les bovins qui ont reçu le régime alimentaire de démarrage progressif ont ruminé davantage, et leur pH ruminal était plus élevé au début de l'étude, ce qui soulève les effets stabilisateurs d'une teneur élevée en fourrage et d'une adaptation en douceur. Parallèlement, Crawford et coll. (2022) ont comparé des bovins à haut risque en parc d'engraissement nourris soit avec une alimentation de finition à haute teneur énergétique dès leur arrivée, soit avec une alimentation à faible teneur énergétique suivi d'une transition vers l'alimentation de finition. Les bovins ayant eu une alimentation de finition ont moins consommé de matière sèche les 74 premiers jours, mais ont montré un gain moyen quotidien plus important, une meilleure efficacité alimentaire et un pH ruminal plus élevé au début de l'étude, même s'ils rumaient moins. Aucune différence statistique n'a été détectée sur le plan de la santé ou du taux d'abcès hépatiques. Le poids final des carcasses était plus élevé dans le groupe nourri avec le régime d'engraissement, tandis que les autres caractéristiques des carcasses étaient similaires. Collectivement, ces études montrent qu'une teneur élevée en fourrage et une adaptation alimentaire progressive favorisent systématiquement la stabilité du pH ruminal, bien que les effets sur la croissance et la qualité des carcasses restent variables.

Outre le ratio de fourrage, la taille de la fibre peut aussi influencer le milieu ruminal. Addah et coll. (2015) ont évalué l'incidence de la taille des fibres et de l'inoculation bactérienne de l'ensilage d'orge sur le pH ruminal et les comportements d'alimentation des bouvillons de finition. Ils ont intégré aux alimentations de finition de l'ensilage d'orge court (1 cm) ou long (2 cm). Aucune différence ne s'est dégagée des gains moyens quotidiens et de la capacité de transformation des aliments en fonction des traitements, mais par rapport aux autres, les bouvillons ayant reçu l'ensilage long (2 cm) consommaient plus de matière sèche et passaient plus de temps à mastiquer lentement, des comportements qui augmentent la substance tampon pour rumen. L'inoculation d'ensilage avec une souche bactérienne produisant de l'estérase réduisait la durée et la gravité du faible pH ruminal chez les bouvillons ayant reçu de l'ensilage

long, mais elle dégradait les résultats de pH ruminal avec de l'ensilage court. Également, Arbaoui et coll. (2025) ont comparé la paille longue et la paille en granulats et n'ont observé aucun avantage aux granulats sur le plan de la croissance, de la prise alimentaire, de la digestibilité ou des émissions. Cependant, les bouvillons ayant consommé de la paille en granulats présentaient un pH ruminal inférieur et présentaient généralement des taux protozoaires réduits, signe d'un risque d'acidose accru. Ces résultats mettent en lumière le fait que les particules de fourrage grossières soutiennent possiblement la santé ruminale, même lorsqu'il n'y a pas de changement au niveau de l'alimentation.

Si la gestion des fibres alimentaires et du fourrage est importante pour gérer la fonction ruminale, le type de grain et les caractéristiques de traitement sont aussi des facteurs déterminants non négligeables des risques d'acidose. Ream et Chibisa (2021) ont évalué les répercussions de la substitution du maïs par 20 à 40 % de grains de blé. Les grains de blé réduisaient le pH ruminal moyen et minimal et augmentaient le temps où le pH se maintenait sous 5,8, ce qui amplifie le risque d'acidose subaiguë. Parallèlement, He et coll. (2015) ont substitué le blé à de l'orge dans les alimentations de finition à un indice constant et ont constaté que, bien que la digestibilité des nutriments et les profils d'acides gras volatils n'aient pas été affectés, l'augmentation des niveaux de blé augmente la durée des périodes où le pH ruminal était inférieur à 5,8. Pour étayer ces conclusions, Yang et coll. (2014) ont constaté que la substitution de l'orge par du blé tendre ou vitreux entraînait une baisse du pH ruminal moyen et des périodes prolongées avec un pH inférieur à 5,8 et 5,5, malgré une digestibilité similaire. Moya et coll. (2015) ont également observé des différences comportementales entre les bovins nourris au blé ou à l'orge. Plus précisément, les bovins nourris au blé ont pris des repas plus courts, se sont nourris moins souvent et ont eu tendance à avoir une consommation et un temps d'alimentation inférieurs à ceux nourris à l'orge. De plus, les indicateurs de stress tels que la vitesse de fuite et le cortisol dans les poils étaient plus faibles chez les bovins nourris à l'orge. Ces résultats montrent une possible corrélation entre la consommation de blé, même lorsqu'il est transformé comme l'orge, et le risque d'acidose et des changements comportementaux.

La méthode employée pour aplatir le grain a aussi une incidence sur le pH ruminal et peut accentuer le risque d'acidose. Pereira et coll. (2022) ont comparé l'aplatissement à sec des grains à l'aplatissement des grains après tempéage du seigle hybride et ont trouvé que les bovins nourris au grain aplati à sec avaient plus longtemps un pH sous 5,5, malgré la meilleure digestibilité de la matière sèche et de la protéine brute. À l'opposé, avec le seigle aplati après tempéage, le pH ruminal se maintenait plus haut et soutenait la digestibilité de l'amidon. De même, Meadows et coll. (2023) ont analysé les réactions du pH ruminal chez les bovins nourris au blé à haute et faible teneur en protéines, aplatis à sec versus aplatis après tempéage. Le pH ruminal était inférieur chez les bouvillons nourris au blé aplati après tempéage, riche en protéines. Ces résultats indiquent que le tempéage peut contribuer à atténuer les baisses de pH associées à la taille fine des particules et à la forte fermentescibilité, ce qui pourrait réduire le risque d'acidose subaiguë lors des transitions alimentaires.

L'indice de transformation des grains joue aussi un rôle dans la modulation du milieu ruminal et du rendement. Moya et coll. (2015) a comparé des régimes alimentaires à base d'orge et de blé transformés à un indice de transformation élevé (75 %) ou faible (85 %). L'indice inférieur de transformation augmentait l'apport de matière sèche, mais réduisait la capacité de transformation des aliments et le rendement de la carcasse. De même, Ribeiro et coll. (2016) ont constaté qu'un

indice de transformation faible (de 75 % par rapport à 85 %) menait à un apport supérieur en matière sèche, mais réduisait la digestibilité de l'amidon, la capacité de transformation des aliments et le gain énergétique net, sans affecter négativement le pH ruminal. Enfin, Ran et coll. (2021) se sont intéressés à l'interaction entre l'indice de transformation de l'orge et les niveaux de fibres au détergent neutre (FDN). Réduire l'indice de transformation n'affectait pas le pH ruminal ni la fermentation. En revanche, augmenter la teneur en FDN non digérées dans l'alimentation a amélioré le pH ruminal et la mastication, les bovins passant plus de temps à manger et moins de temps sous le seuil de l'acidose. Globalement, ces résultats montrent que même si l'indice de transformation affecte l'utilisation des nutriments et les rendements, la teneur en fibres alimentaires peut jouer un rôle plus direct et constant dans la stabilisation du pH ruminal et l'atténuation de l'acidose dans l'alimentation de finition à forte proportion de concentrés.

3.2.4.2 *Abcès hépatiques*

Les abcès hépatiques sont un problème courant et coûteux en production bovine. Grimes et coll. (2024) ont analysé plus de 1,5 million de carcasses et ont détaillé les abcès : environ 7 % des carcasses avaient 1 ou 2 petits abcès ou cicatrices; de 3 à 5 % avaient 1 ou 2 gros abcès ou plusieurs petits; de 2 à 5 % avaient plusieurs gros abcès; de 4 à 6 % avaient des abcès accompagnés d'adhésions; de 1 à 2 % avaient des abcès ouverts et environ 1 % avait à la fois des abcès ouverts et des abcès adhérents. Herrick et coll. (2022) ont inspecté 11 usines de transformation de bovins (130 845 bovins de boucherie et 30 646 bovins de réforme). Ils ont trouvé que la prévalence des abcès hépatiques avoisinait les 20 % chez les bovins de boucherie et 18 % chez les bovins de réforme, les bovins de boucherie Holstein présentant la plus grande prévalence (25 %), comparativement aux bouvillons (18 %) et aux taures (19 %).

Les répercussions économiques des abcès hépatiques sont substantielles. Grimes et coll. (2024) ont trouvé que les abcès graves étaient associés à des réductions du poids de la carcasse chaude (jusqu'à 13 kg), une diminution du muscle long dorsal et une réduction du gras sous-cutané comparativement aux carcasses ayant un foie normal. Les lésions graves augmentaient aussi les risques que les carcasses soient retirées de la chaîne de production et réduisaient considérablement la valeur globale de la carcasse. De même, Herrick et coll. (2024) ont rapporté que les carcasses Holstein présentant à la fois des abcès adhérents et ouverts pesaient 25 kilogrammes de moins (soit 7 % de moins) et demandaient davantage de parage (jusqu'à 4 kilogrammes en moins) comparativement aux carcasses sans abcès. Ces carcasses généraient en outre des revenus bruts de 94 à 121 dollars US de moins ainsi que des pertes d'abats comestibles allant de 20 à 84 % selon la gravité.

Plusieurs facteurs de risque ont été associés à l'apparition d'abcès hépatiques. Champagne et coll. (2025) se sont intéressés à 900 morts en parc d'engraissement dans 6 établissements des États-Unis et ont constaté un risque accru d'abcès hépatique chez les bouvillons, les races utilisées pour la production laitière et les bovins engraisés pendant plus de 100 jours. Les adhérences péritonéales étaient également plus fréquentes chez les animaux atteints. Sur le plan histologique, les bovins ayant des abcès hépatiques présentaient de larges papilles ruminales avec des couches kératinisées fines et des signes de lésions de l'intestin. Ces altérations du tractus gastro-intestinal, en particulier les lésions de l'épithélium ruminal et de la muqueuse intestinale, peuvent faciliter la translocation bactérienne et contribuer à la formation d'abcès

hépatiques, l'acidose ruminale et l'exposition aux agents pathogènes jouant toutes deux un rôle clé dans cette pathogenèse.

L'apparition d'abcès hépatiques chez les bovins en parc d'engraissement est multifactorielle; l'acidose ruminale et la translocation bactérienne y sont pour beaucoup. Theurer et coll. (2021) ont démontré que les bouvillons ayant des abcès hépatiques graves passaient plus de temps avec un pH ruminal sous 5,6 et 5,2, les seuils d'une acidose subaiguë et aiguë, surtout pendant la première transition vers une ration riche en énergie. Ces résultats montrent que les périodes de faible pH ruminal peuvent donner lieu à des dommages de la muqueuse et au passage des bactéries à partir du rumen. Herrick et coll. (2022) ont fourni des données probantes microbiologiques, signalant que l'espèce *Fusobacterium necrophorum* a été isolée dans 80 % des cas d'abcès hépatiques, et l'espèce *Salmonella enterica* dans près de 28 % des échantillons prélevés sur des bovins engraisés, ce qui met en cause ces deux agents pathogènes dans la formation d'abcès.

Des études expérimentales ont apporté des précisions supplémentaires sur ces relations. McDaniel et coll. (2024a) ont montré qu'un régime acidotique seul donnait lieu à une acidose ruminale, sans cependant provoquer d'abcès hépatiques, à moins d'une inoculation à *F. necrophorum* ou *F. necrophorum* et *S. enterica*. La prévalence des abcès atteignait 40 à 50 % dans les groupes inoculés, ce qui confirmait la nécessité de la présence bactérienne. En outre, Childress et coll. (2025) ont trouvé que l'inoculation bactérienne à *F. necrophorum* et *S. enterica* pouvait entraîner des abcès hépatiques même chez les bovins ayant une alimentation riche en fourrage, signe que l'acidose n'est pas indispensable à la formation d'abcès. Dans cette étude, les bouvillons ayant des abcès hépatiques avaient une ruminite plus grave, ce qui donne du poids à l'idée selon laquelle les lésions muqueuses et l'exposition aux agents pathogènes contribuent à la pathogenèse. Dans l'ensemble, ces résultats font ressortir que même si l'acidose est un facteur de risque, c'est souvent la colonisation bactérienne, notamment par *F. necrophorum*, qui joue le rôle central dans la formation d'abcès hépatiques.

Pour réduire les risques d'abcès hépatiques, la tylosine, un macrolide antimicrobien, est couramment intégrée à l'alimentation en parc d'engraissement pendant la période de finition. Comme il a été question dans la précédente Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012), Wileman et coll. (2009) ont mené une méta-analyse de 6 études et ont constaté que, même si la tylosine n'améliorait pas systématiquement le gain moyen quotidien ou la capacité de transformation des aliments, elle faisait chuter la prévalence des abcès hépatique de 30 % (groupe témoin) à 8 % (groupe traité). Néanmoins, des préoccupations ont été soulevées concernant l'utilisation prolongée de la tylosine et son incidence sur la résistance antimicrobienne. D'après un examen systématique et une méta-analyse, Cazer et coll. (2020) ont trouvé que l'utilisation prolongée de la tylosine – surtout lorsque la complémentation dépasse 100 jours – augmentait constamment la prévalence des espèces *Enterococcus* résistante aux macrolides dans le tractus gastro-intestinal. Les effets sur *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Campylobacter* étaient mitigés et incertains, notamment compte tenu du manque d'uniformité dans la consignation de l'administration de tylosine.

Diverses études se sont intéressées à l'administration stratégique de la tylosine comme moyen de réduire l'utilisation des antimicrobiens tout en limitant les abcès hépatiques chez les bovins en

parc d'engraissement. Linneen et coll. (2023) ont étudié l'administration de phosphate de tylosine au cours de différentes phases de la période d'alimentation chez de grands groupes de bouvillons et de taures. Chez les bouvillons, l'administration de la tylosine au début de l'engraissement (jusqu'à 75 % de la période) ou de manière continue réduisait la prévalence des abcès hépatiques, qui était supérieure lors d'une administration dans la deuxième moitié de la période ou en l'absence d'administration. Chez les taures, les taux d'abcès les plus bas ont été observés lors de l'administration de la tylosine dans les 83 % derniers ou de manière continue, tandis qu'un retrait précoce ou l'absence de tylosine augmentait à la fois la prévalence et la gravité des abcès. Davedow et coll. (2020) ont comparé l'administration continue de tylosine durant les 125 premiers jours ou les 121 derniers jours chez plus de 7 500 animaux d'un an. Même aucune différence statistique ne s'est dégagée de la prévalence globale des abcès hépatiques, des résultats de croissance et des caractéristiques de la carcasse, les bovins qui ont reçu de la tylosine dans les 125 premiers jours présentaient des abcès plus graves, et une tendance similaire a été observée chez les bovins recevant de la tylosine dans la phase finale de 121 jours. De plus, la résistance des entérocoques aux antimicrobiens semblait augmenter dans le temps, mais les niveaux de résistance n'étaient pas significativement différents entre les groupes de traitement. Feitoza et coll. (2025) ont évalué l'administration de tylosine durant les 30 ou 60 premiers jours de la période de finition, comparativement à un groupe témoin n'ayant pas reçu de tylosine. Les bouvillons ayant reçu de la tylosine affichaient un poids corporel supérieur aux jours 30 ou 60, mais le rendement final ne différait pas entre les deux groupes. Ces résultats donnent à penser qu'une utilisation ciblée de tylosine, notamment durant les périodes de transition à haut risque ou plus tard dans la période d'alimentation, peut permettre de réduire la gravité des abcès tout en limitant l'exposition globale aux antimicrobiens.

Plusieurs équipes de recherche ont voulu savoir si le fait d'augmenter les fibres alimentaires peut réduire la prévalence des abcès hépatiques chez les bovins en parc d'engraissement, surtout à titre de solution de rechange ou de complément aux antimicrobiens alimentaire comme la tylosine. Paterson et coll. (2024) ont étudié comment les différentes stratégies d'inclusion de fourrage affectaient les résultats de croissance et les abcès hépatiques. Dans cette étude, on a attribué quatre traitements différents à des bouvillons de boucherie : une alimentation de finition classique avec de la tylosine; cette même alimentation sans tylosine; ou des alimentations sans tylosine où la concentration en fourrage augmentait ou diminuait progressivement. Bien que le groupe traité à la tylosine ait eu de meilleurs résultats de croissance, les bouvillons soumis à un régime alimentaire à teneur réduite en fourrage présentaient une prévalence d'abcès hépatiques mineurs similaire à celle des bouvillons traités à la tylosine (52 % dans les deux groupes), et tous deux étaient inférieurs à ceux des groupes témoins et à teneur accrue en fourrage (respectivement 62 % et 64 %). Word et coll. (2024) ont également examiné le rôle des fibres alimentaires dans la prévention des abcès hépatiques, en s'intéressant aux niveaux d'inclusion de tiges de maïs. Les bouvillons ont reçu une alimentation contenant soit 7 % de tiges de maïs avec ou sans tylosine, soit des niveaux plus élevés de fibres alimentaires (13 % ou 19 %) sans tylosine. À mesure que la quantité de fibres alimentaires augmentait, la consommation de matière sèche progressait, mais le gain moyen quotidien, l'indice de conversion alimentaire et le poids de la carcasse chaude diminuaient. La tylosine a réduit de 32 % la prévalence des abcès hépatiques et diminué le nombre de foies adhérents. Si l'augmentation de la teneur en fibres fourragères a également réduit la prévalence des abcès, elle n'a pas eu d'incidence sur leur gravité. McDaniel et coll. (2024b) ont affiné la relation entre les fibres et la santé hépatique dans une étude évaluant les

effets de l'augmentation de la teneur en FDN provenant du foin de luzerne et de la densité apparente du maïs floconné. Dans une étude factorielle 2×3 , les bovins ont reçu une alimentation contenant 3 %, 4,5 % ou 6 % de FDN provenant de fibres brutes, ainsi que du maïs floconné à faible ou forte densité. La prévalence des abcès hépatiques, y compris les abcès graves, a diminué à mesure que la teneur en FDN grossières augmentait. De plus, les bovins nourris avec du maïs floconné à plus haute densité (412 grammes par litre) présentaient près de 14 % moins d'abcès que ceux nourris avec du maïs à plus faible densité, sans aucun effet négatif sur leur croissance. Dans l'ensemble, ces études montrent qu'une utilisation stratégique des fibres nutritionnelles, notamment tôt durant la période d'alimentation ou par le biais d'une augmentation des niveaux de FDN, peut contribuer à réduire la prévalence des abcès hépatiques, bien qu'en fonction de la source de fourrage grossier et du taux d'inclusion, les résultats de croissance peuvent être pénalisés.

En plus de la teneur en fibres, la concentration en amidon alimentaire jouait aussi un rôle dans les risques d'abcès hépatiques. Schneid et coll. (2024) ont évalué comment le niveau d'amidon et la constance d'alimentation influent sur la prévalence des abcès hépatiques et le rendement des bouvillons de finition. Dans cette étude factorielle 2×2 , les bovins ayant reçu une alimentation riche en amidon (64,4 %) avaient une prévalence nettement plus marquée d'abcès hépatiques (55,1 %) comparativement à ceux ayant reçu une alimentation moins riche en amidon (49,1 %, 33,4 %). Les alimentations riches en amidon donnaient aussi lieu à une réduction du poids corporel final, du gain moyen quotidien, de l'ingestion de matière sèche, du poids de carcasse chaude et du persillage de la viande. Fait intéressant, les variations apportées au programme d'alimentation, régulières ou non, n'affectaient pas la prévalence des abcès hépatiques ou les rendements de croissance. Ces résultats montrent que la concentration alimentaire en amidon est le facteur de risque principal des abcès hépatiques, plutôt que les variables temporelles ou quantitatives de l'alimentation.

Globalement, la littérature scientifique démontre que les abcès hépatiques demeurent une condition prévalente aux répercussions économiques considérables chez les bovins en parc d'engraissement, en raison de facteurs nutritionnels, microbiens et propres à l'hôte. L'acidose ruminale peut donner lieu à une translocation bactérienne par l'intermédiaire d'une lésion de la muqueuse, mais la formation d'un abcès passe par une exposition bactérienne, notamment à la bactérie *Fusobacterium necrophorum*. La tylosine continue d'être un outil préventif efficace, surtout lorsqu'employée stratégiquement durant les périodes à haut risque, mais sa contribution à la résistance aux antimicrobiens et son statut d'antimicrobien critique pour l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont suscité des efforts pour trouver des stratégies alternatives ou complémentaires. Les recherches portent à penser que les interventions nutritionnelles, telles qu'augmenter les fibres dans la période d'alimentation ou ajuster la concentration en amidon, peuvent réduire la prévalence des abcès. L'efficacité de ces stratégies se situe sans doute dans leur capacité à stabiliser le milieu ruminal, réduisant ainsi la fréquence et la gravité des épisodes acidotiques qui favorisent les lésions de la muqueuse et permettent ainsi l'entrée de bactéries. Même si les abcès hépatiques peuvent tout de même apparaître en présence de *Fusobacterium necrophorum* malgré l'absence d'une acidose, limiter les lésions épithéliales par l'alimentation semble réduire les risques d'invasion de pathogènes. Cependant, les approches nutritionnelles peuvent présenter des inconvénients sur le plan de la croissance et de la qualité de la carcasse, selon la source et la quantité de fibres ou d'amidons employés.

3.2.4.3 *Adaptations comportementales aux maladies d'origine nutritionnelle*

Outre les marqueurs physiologiques bien documentés décrits ci-dessus (ex. pH ruminal, biopsies des abcès hépatiques), les recherches récentes ont commencé à explorer comment ces conditions ont aussi alimenté les changements comportementaux et motivationnels, qui peuvent permettre de déduire l'état affectif et le bien-être général. Les bovins qui ont eu un pH ruminal faible s'y sont adaptés sur le plan comportemental, ce qui a permis d'atténuer les effets de l'acidose; on les a vus trier leur ration afin de consommer une plus grande proportion de particules longues et fibreuses (DeVries et coll., 2014a, 2014b) ou se mettre à manger plus souvent durant la journée, mais en plus petite quantité (Moya et coll., 2011, 2014). Van Os et coll. (2018) ont démontré que les bovins recevant une alimentation à haute teneur énergétique et faible en fourrage grossier étaient plus motivés à obtenir du fourrage comparativement à ceux ayant reçu une alimentation riche en fourrage grossier. De même, Coon et Tucker (2024) ont déterminé que la motivation des bovins en parc d'engraissement à accéder au fourrage augmentait à mesure que le pH ruminal atteignait un niveau critique bas. Cependant, la même étude, ainsi que Coon and Tucker (2023), ont montré que malgré une baisse prolongée du pH réticulo-ruminal, les bovins d'engraissement étaient toujours plus motivés à consommer une ration totale mélangée (RTM) riche en céréales qu'à consommer plus de fourrage. Les résultats de ces études portent à penser que la densité calorique, la sapidité et les expériences précédentes avec la RTM peuvent motiver les bovins à ingérer des rations riches en concentrés malgré les possibles conséquences digestives négatives. Cette association défavorable entre les alimentations acidifiantes et leurs conséquences sur la digestion peut entraîner des troubles digestifs chroniques, dont l'impact sur la santé et le bien-être des bovins a été démontré. Moya et coll. (2015) ont démontré qu'une alimentation à base de blé entraînait des concentrations plus élevées en cortisol dans les poils, et des tempéraments plus nerveux lors d'intervention, ce qui est sans doute induit par la pathologie hépatique. Ces indicateurs comportementaux donnent des indications précieuses sur les conséquences négatives de l'acidose et des abcès hépatiques chez les bovins en parc d'engraissement et mettent en lumière l'importance de la gestion alimentaire pour le bien-être animal. D'autres recherches sont nécessaires pour déterminer le lien entre ces adaptations comportementales et les états affectifs des bovins, une composante essentielle du bien-être animal.

Références

- Abell K.M., Theurer M.E., Larson R.L., White B.J. et Apley M. (2017) A mixed treatment comparison meta-analysis of metaphylaxis treatments for bovine respiratory disease in beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 2, p. 626-635.
- Addah W., Baah J., Okine E.K. et McAllister T.A. (2015) Effect of barley silage chop length and inoculation on growth performance, feeding behavior, and ruminal acidosis in finishing feedlot steers. *Journal of Animal Science*, vol. 93, n° 5, p. 2309-2321.
- Anklam K., Kulow M., Gander A., Wolf J., Loe E., Larson C., Branine M. et Döpfer D. (2022) Effects of organic trace mineral supplementation on the prevalence of digital dermatitis in beef feedlot cattle. *Applied Animal Science*, vol. 38, n° 4, p. 380-391.
- Anklam K., Aviles M., Buettner J., Henschel S., Sanchez R., Ordaz S., Yoon I., Wheeler J., Dawson G. et Döpfer D. (2025) Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on the prevention of digital dermatitis using an experimental infection model in cattle. *Applied Animal Science*, vol. 41, n° 2, p. 47-64.
- Apley M.D., Schrag N.F., Amrine D.E., Lubbers B.V. et Singer R.S. (2023) Antimicrobial use in 20 US beef feedyards: 2018–2019. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 10, p. 1056362.
- Arbaoui A., Gonzalo G., Belanche A. et de Vega A. (2025) Can feedlot cattle increase productivity and decrease methane emissions by lowering the straw particle size? *Animal Feed Science and Technology*, vol. 323, p. 116282.
- Assié S., Bareille N., Beaudeau F. et Seegers H. (2009) Management- and housing-related risk factors of respiratory disorders in non-weaned French Charolais calves. *Preventative Veterinary Medicine*, vol. 91, n° 2-4, p. 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.06.003>.
- Babcock A.H., Cernicchiaro N., White B.J., Dubnicka S.R., Thomson D.U., Ives S.E., Scott H.M., Milliken G.A. et Renter D.G. (2013) A multivariable assessment quantifying effects of cohort-level factors associated with combined mortality and culling risk in cohorts of US commercial feedlot cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 108, n° 1, p. 38-46.
- Baptiste K.E. et Kyvsgaard N.C. (2017) Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. *Pathogens and Disease*, vol. 75, n° 7, p. ftx083.
- Brault S.A., Hannon S.J., Gow S.P., Warr B.N., Withell J., Song J., Williams C.M., Otto S.J., Booker C.W. et Morley P.S. (2019) Antimicrobial use on 36 beef feedlots in western Canada: 2008–2012. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 6, p. 329.
- Caddey B. et De Buck J. (2021) Meta-analysis of bovine digital dermatitis microbiota reveals distinct microbial community structures associated with lesions. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, vol. 11, p. 685861.

Capik S.F., Moberly H.K. et Larson R.L. (2021) Systematic review of vaccine efficacy against *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, and *Histophilus somni* in North American cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 55, n° 2, p. 125-33.

Castillo-Lopez E., Wiese B.I., Hendrick S., McKinnon J.J., McAllister T.A., Beauchemin K.A. et Penner G.B. (2014) Incidence, prevalence, severity, and risk factors for ruminal acidosis in feedlot steers during backgrounding, diet transition, and finishing. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 7, p. 3053-63.

Cazer C.L., Eldermire E.R., Lhermie G., Murray S.A., Scott H.M. et Gröhn Y.T. (2020) The effect of tylosin on antimicrobial resistance in beef cattle enteric bacteria: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 176, p. 104934.

Cernicchiaro N., Renter D.G., White B.J., Babcock A.H. et Fox J.T. (2012a) Associations between weather conditions during the first 45 days after feedlot arrival and daily respiratory disease risks in autumn-placed feeder cattle in the United States. *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 4, p. 1328-1337.

Cernicchiaro N., White B.J., Renter D.G., Babcock A.H., Kelly L. et Slattery R. (2012b) Associations between the distance traveled from sale barns to commercial feedlots in the United States and overall performance, risk of respiratory disease, and cumulative mortality in feeder cattle during 1997 to 2009. *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 6, p. 1929-1939.

Chamorro M.F., Reppert E.J., Robinson L., Cernicchiaro N., Biller D., Miesner M. (2019) Factors associated with septic arthritis of the distal interphalangeal joint in beef cattle: A case-control study. *The Veterinary Journal*, vol. 244, p. 104-111.

Champagne R.E., Lancaster P.A., White B.J., Schmidt P.H., Mancke M.R., Jensen M., Depenbusch B., Nichols C., Plattner B.L., Carpenter L., Long K., Nuncio K. (2025) Association of liver abscess with demographic factors, gross pathology, and gastrointestinal histologic morphology in feedyard mortalities. *Translational Animal Science*, vol. 9, p. txaf031.
<https://doi.org/10.1093/tas/txaf031>

Chen S.Y., Bernardino P., Fausak E., Van Noord M., Maier G. (2022) Scoping review on risk factors and methods for the prevention of bovine respiratory disease applicable to cow-calf operations. *Animals*, vol. 12, n° 3, p. 334. <https://doi.org/10.3390/ani12030334>

Chibisa G.E., Beauchemin K.A. et Penner G.B. (2016) Relative contribution of ruminal buffering systems to pH regulation in feedlot cattle fed either low-or high-forage diets. *Animal*, vol. 10, n° 7, p. 1164-1172.

Chibisa G.E., Beauchemin K.A., Koenig K.M. et Penner G.B. (2020) Optimum roughage proportion in barley-based feedlot cattle diets: Total tract nutrient digestibility, rumination, ruminal acidosis, short-chain fatty absorption, and gastrointestinal tract barrier function. *Journal of Animal Science*, vol. 98, n° 6, p. 1-40.

Childress K.D., Hales K.E., Nagaraja T.G., Lawrence T.E., Amachawadi R.G., Sanchez N.C., Thompson-Smith A.C., Hanratty A.N., Dornbach C.W., Abbasi M. et Shi X. (2025) Evaluating the effects of acidosis and bacterial inoculum concentrations on the development of liver abscesses in beef × dairy steers. *Applied Animal Science*, vol. 41, n° 2, p. 93-103.

Chiu L.J., Tauer L.W., Kaniyamattam K., Lhermie G. et Gröhn Y.T. (2022) Benefits of preconditioning cattle under stochastic feedlot performance. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol. 54, n° 4, p. 656-673.

Clement J.C., King M.E., Wittum T.E., Biwer R.D., Fleck M.J., Salman M.D. et Odde K.G. (1993) Factors associated with the incidence of calf scours in North Dakota beef herds. *Agri-Practice*, vol. 14, p. 13-17.

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

Cohen R.D.H., King B.D., Guenther C. et Janzen E.D. (1991) Effect of prepartum parenteral supplementation of pregnant beef cows with selenium/vitamin E on cow and calf plasma selenium and productivity. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 32, p. 113-115.

Coon R.E. et Tucker C.B. (2023) Measuring motivation for forage in feedlot cattle fed a high-concentrate diet using a short-term thwarting test. *Applied Animal Behavior Science*, vol. 265, p. 105950. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2023.105950>.

Coon R.E. et Tucker C.B. (2024) Measuring motivation for alfalfa hay in feedlot cattle using voluntary interaction with an aversive stimulus. *Applied Animal Behavior Science*, vol. 271, p. 106165. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106165>.

Cornaglia E.M., Fernández F.M., Gottschalk M., Barrandeguy M.E., Luchelli A., Pasini M.I., Saif L.J., Parraud J.R., Romat A. et Schudel A.A. (1992) Reduction in morbidity due to diarrhea in nursing beef calves by use of an inactivated oil-adjuvanted rotavirus—*Escherichia coli* vaccine in the dam. *Veterinary Microbiology*, vol. 30, p. 191-202. [https://doi.org/10.1016/0378-1135\(92\)90113-8](https://doi.org/10.1016/0378-1135(92)90113-8).

Cortes J.A., Hendrick S., Janzen E., Pajor E.A. et Orsel K. (2021a) Economic impact of digital dermatitis, foot rot, and bovine respiratory disease in feedlot cattle. *Translational Animal Science*, vol. 5, p. 1-10.

Cortes J.A., Thomas A., Hendrick S., Janzen E., Pajor E.A. et Orsel K. (2021b) Risk factors of digital dermatitis in feedlot cattle. *Translational Animal Science*, vol. 5, p. 1-9.

Crawford D.M., Richeson J.T., Perkins T.L. et Samuelson K.L. (2022) Feeding a high-energy finishing diet upon arrival to high-risk feedlot calves: Effects on health, performance, ruminal pH, rumination, serum metabolites, and carcass traits. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 9, p. 1-12.

Davedow T., Narvaez-Bravo C., Zaheer R., Sanderson H., Rodas-Gonzalez A., Klima C., Booker C.W., Hannon S.J., Bras A.L., Gow S. et McAllister T. (2020) Investigation of a reduction in tylosin on the prevalence of liver abscesses and antimicrobial resistance in enterococci in feedlot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 7, p. 90. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00090>

Davis-Unger J., Pajor E.A., Schwartzkopf-Genswein K., Marti S., Dorin C., Spackman E. et Orsel K. (2017) Economic impacts of lameness in feedlot cattle. *Translational Animal Science*, vol. 1, n° 4, p. 467-479.

Davis-Unger J., Schwartzkopf-Genswein K.S., Pajor E.A., Hendrick S., Marti S., Dorin C. et Orsel K. (2019) Prevalence and lameness-associated risk factors in Alberta feedlot cattle. *Translational Animal Science*, vol. 3, n° 2, p. 595-606.

DeDonder K.D. et Apley M.D. (2015) A literature review of antimicrobial resistance in pathogens associated with bovine respiratory disease. *Animal Health Research Reviews*, vol. 16, n° 2, p. 125-134.

DeVries T.J., Schwaiger T., Beauchemin K.A. et Penner G.B. (2014a) Impact of severity of ruminal acidosis on feed-sorting behavior of beef cattle. *Animal Production Science*, vol. 54, p. 1238-1242. <https://doi.org/10.1071/AN14227>.

DeVries T.J., Schwaiger T., Beauchemin K.A. et Penner G.B. (2014b) The duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects feed sorting behavior both before and after acute ruminal acidosis. *Journal of Animal Science*, vol. 92, p. 1728-1737. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7252>.

Dutil L., Fecteau G., Bouchard E., Dutremblay D. et Paré J. (1999) A questionnaire on the health, management, and performance of cow-calf herds in Québec. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 40, p. 649-656.

Erickson N.E., April S., Campbell J.R., Homerosky E., Ware T., Dorin C., Waldner C.L. et Ellis J.A. (2024) Comparison of postweaning bovine respiratory disease treatment rates between non-vaccinated control beef calves and calves variably primed and boosted using commercially available bovine coronavirus vaccines. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 65, n° 6, p. 581-586.

Erickson S.E. (2023) Epidemiology of hoof-related lameness in western Canadian feedlot cattle. Mémoire de maîtrise ès sciences. Saskatoon (SK) : University of Saskatchewan.

Erickson S.E., Jelinski M.D., Booker C.W., Janzen E. et Schwartzkopf-Genswein K. (2024a) A review of foot-related lameness in feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 104, n° 4, p. 420-435.

Erickson S., Booker C., Song J., Janzen E., Jelinski M. et Schwartzkopf-Genswein K. (2024b) Epidemiology of digital dermatitis in western Canadian feedlot cattle. *Animals*, vol. 14, n° 7, p. 1040.

Feitoza L.F., Baker A.N., Thorn R.L., Monteiro L.S., Nasiu F., Nagaraja T.G., Kang Q. et Drouillard J.S. (2025) Targeted durations of tylosin phosphate on incidence and severity of liver abscesses in feedlot cattle. *Applied Animal Science*, vol. 41, n° 1, p. 1-9.

Fitzsimmonds H.M., Tunstall J., Fishwick J. et Mahendran S.A. (2024) Assessment of the intra- and inter-observer reliability of beef cattle mobility scoring performed by UK veterinarians and beef farmers. *Ruminants*, vol. 4, n° 4, p. 463-475.

Flattot E.A., Batterham T.R., Timsit E., White B.J., McMeniman J.P., Ward M.P. et González L.A. (2021) Evaluation of reticulorumen temperature boluses for the diagnosis of subclinical cases of bovine respiratory disease in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 99, n° 12, p. 1-9.

Fossen J.D., Campbell J.R., Gow S.P., Erickson N. et Waldner C.L. (2023) Antimicrobial use in Canadian cow-calf herds. *Veterinary Sciences*, vol. 10, p. 366.

Fossen J.D., Gow S. et Waldner C.L. (2025) Low frequency of antimicrobial use in nursing beef calves from western Canada has limited association with antimicrobial resistance in fecal organisms. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 1, p. 1-2.

Gomez D.E. et Weese J.S. (2024) Antimicrobial prophylaxis, metaphylaxis, and the treatment of immunocompromised patients. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine*, p. 487-511.

Grimes B.B., McEvers T.J., Tennant T.C., Johnson J.W. et Lawrence T.E. (2024) Relationship of liver abnormalities with carcass performance and value. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 358-375.

Guyot H., Spring P., Andrieu S. et Rollin F. (2007) Comparative responses to sodium selenite and organic selenium supplements in Belgian Blue cows and calves. *Livestock Science*, vol. 111, p. 259-263. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.018>.

Gyan L.A., Paetsch C.D., Jelinski M.D. et Allen A.L. (2015) The lesions of toe tip necrosis in southern Alberta feedlot cattle provide insight into the pathogenesis of the disease. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 56, n° 11, p. 1134.

Hannon S.J., Brault S.A., Otto S.J.G., Morley P.S., McAllister T.A., Booker C.W. et Gow S.P. (2020) Feedlot Cattle Antimicrobial Use Surveillance Network: A Canadian journey. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 7, p. 596042. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.596042>.

Hanzlicek G.A., Renter D.R., White B.J., Wagner B.A., Dargatz D.A., Sanderson M.W., Scott H.M. et Larson R.E. (2013) Management practices associated with the rate of respiratory tract disease among preweaned beef calves in cow-calf operations in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 242, p. 1271-1278. <https://doi.org/10.2460/javma.242.9.1271>.

Hay K.E., Barnes T.S., Morton J.M., Clements A.C. et Mahony T.J. (2014) Risk factors for bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle: Use of a causal diagram-informed

approach to estimate effects of animal mixing and movements before feedlot entry. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 117, n° 1, p. 160-169.

Hay K.E., Morton J.M., Mahony T.J., Clements A.C. et Barnes T.S. (2016a) Associations between animal characteristic and environmental risk factors and bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 125, p. 66-74.

Hay K.E., Morton J.M., Clements A.C., Mahony T.J. et Barnes T.S. (2016b) Associations between feedlot management practices and bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 128, p. 23-32.

Hay K.E., Morton J.M., Schibrowski M.L., Clements A.C., Mahony T.J. et Barnes T.S. (2016c) Associations between prior management of cattle and risk of bovine respiratory disease in feedlot cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 127, p. 37-43.

Hay K., Morton J., Clements A., Mahony T. et Barnes T. (2017) Population-level effects of risk factors for bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 140, p. 78-86.

He M.L., Long J., Wang Y., Penner G. et McAllister T.A. (2015) Effect of replacing barley with wheat grain in finishing feedlot diets on nutrient digestibility, rumen fermentation, bacterial communities and plasma metabolites in beef steers. *Livestock Science*, vol. 176, p. 104-110.

Hedayati N., Espinosa A., Majcher K., Moya D., Jelinski M.D. et Johnston J.D. (2025) Investigating the potential role of abrasion in the development of toe tip necrosis in beef cattle: an ex vivo study. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 1, p. 1-10.

Hendrick S., Abeysekara S. (2014) The epidemiology and treatment costs of lameness in western Canadian feedlot cattle. Agriculture Development Fund, Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. Department of Large Animal Clinical Sciences, Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan (Saskatchewan). N° de projet 2009-0355.

Herrick R.T., Rogers C.L., McEvers T.J., Amachawadi R.G., Nagaraja T.G., Maxwell C.L., Reinbold J.B. et Lawrence T.E. (2022) Exploratory observational quantification of liver abscess incidence, specific to region and cattle type, and their associations to viscera value and bacterial flora. *Applied Animal Science*, vol. 38, n° 2, p. 170-182.

Herrick R.T., Rogers C.L., Jones T.A., McEvers T.J., Brown T.R., Maxwell C.L. et Lawrence T.E. (2024) Association of liver-abscess presence and severity with trim loss, slaughter yield, carcass grading performance, lung lesions, and value of fed-Holsteins. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 376-385.

Hodder A., Pajor E., van der Meer F., Loudon J., Thompson S. et Orsel K. (2023) Feeding behaviour and activity of beef calves during the first week at the feedlot: Impact of calf source and commingling ratios. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 258, p. 105810.

- Jacobs C., Beninger C., Hazlewood G.S., Orsel K. et Barkema H.W. (2019) Effect of footbath protocols for prevention and treatment of digital dermatitis in dairy cattle: A systematic review and network meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 164, p. 56-71.
- Jelinski M., Fenton K., Perrett T. et Paetsch C. (2016) Epidemiology of toe tip necrosis syndrome (TTNS) of North American feedlot cattle. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 57, n° 8, p. 829.
- Jelinski M., Waldner C. et Penner G. (2018) Case-control study of mineral concentrations of hoof horn tissue derived from feedlot cattle with toe tip necrosis syndrome (toe necrosis). *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 59, n° 3, p. 254.
- Johnston J.D., Eichhorn D.J., Kontulainen S.A., Noble S.D. et Jelinski M.D. (2019) Investigation of white line separation under load in bovine claws with and without toe-tip necrosis. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 80, n° 8, p. 736-742.
- Koenig K.M., Chibisa G.E., Penner G.B. et Beauchemin K.A. (2020) Optimum roughage proportion in barley-based feedlot cattle diets: growth performance, feeding behavior, and carcass traits. *Journal of Animal Science*, vol. 98, n° 10, p. 1-12.
- Kulow M., Merkatoris P., Anklam K.S., Rieman J., Larson C., Branine M. et Döpfer D. (2017) Evaluation of the prevalence of digital dermatitis and the effects on performance in beef feedlot cattle under organic trace mineral supplementation. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 8, p. 3435-3444.
- Linneen S.K., Maxwell C.L., Word A.B., Davis S., Holland B.P., Kayser W.C., Homm J.W., Koers W. et Rincker P.J. (2023) Evaluation of tylosin phosphate supplementation over strategic durations on the incidence and severity of liver abscesses in cattle fed in confinement. *Applied Animal Science*, vol. 39, n° 3, p. 168-177.
- Makoschey B., Bielsa J.M., Oliviero L., Roy O., Pillet F., Dufe D., Valla G. et Cavirani S. (2008) Field efficacy of combination vaccines against bovine respiratory pathogens in calves. *Acta Veterinaria Hungarica*, vol. 56, p. 485-493. <https://doi.org/10.1556/avet.56.2008.4.6>.
- Marti S., Jelinski M.D., Janzen E.D., Jelinski M.J., Dorin C.L., Orsel K., Pajor E.A., Shearer J., Millman S.T. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2021) A prospective longitudinal study of risk factors associated with cattle lameness in southern Alberta feedlots. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 101, n° 4, p. 647-654.
- McDaniel Z.S., Hales K.E., Nagaraja T.G., Lawrence T.E., Tennant T.C., Amachawadi R.G., Carroll J.A., Sanchez N.C., Galyean M.L., Davis E. et Kohl K. (2024a) Validation of an experimental model to induce liver abscesses in Holstein steers using an acidotic diet challenge and intraruminal bacterial inoculation. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 398-413.
- McDaniel Z.S., Galyean M.L., Broadway P.R., Carroll J.A., Sanchez N.B., Hanratty A.N., Dornbach C.W., Line D.J., Smock T.M., Manahan J.L. et Hales K.E. (2024b) Effects of increasing the concentration of neutral detergent fiber in roughage and bulk density of steam-

flaked corn on growth performance, carcass characteristics, and liver abscesses of finishing beef steers fed diets without tylosin phosphate. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 269-278.

Meadows A.C., Terry S.A., Penner G.B., Hucl P.J., McAllister T.A. et Ribeiro G.O. (2023) Effect of dry or temper rolling of high-or low-protein wheat and its impact on rumen parameters, growth performance, and liver abscesses in feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 103, n° 3, p. 234-248.

Mijar S., van der Meer F., Pajor E., Hodder A., Loudon J.M., Thompson S. et Orsel K. (2023) Impacts of commingling preconditioned and auction-derived beef calves on bovine respiratory disease related morbidity, mortality, and weight gain. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 10, p. 1137078.

Mijar S., van der Meer F., Hodder A., Pajor E. et Orsel K. (2024) Behavioral activity patterns but not hair cortisol concentrations explain steers' transition-related stress in the first 6 wk in the feedlot. *Journal of Animal Science*, vol. 102, p. skae236.

Moya D., Mazzenga A., Holtshausen L., Cozzi G., González L.A., Calsamiglia S., Gibb D.G., McAllister T.A., Beauchemin K.A. et Schwartzkopf-Genswein K. (2011) Feeding behavior and ruminal acidosis in beef cattle offered a total mixed ration or dietary components separately. *Journal of Animal Science*, vol. 89, p. 520-530. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3045>.

Moya D., Holtshausen L., Marti S., Gibb D.G., McAllister T.A., Beauchemin K.A. et Schwartzkopf-Genswein K. (2014) Feeding behavior and ruminal pH of corn silage, barley grain, and corn dried distillers' grain offered in a total mixed ration or in a free-choice diet to beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 92, p. 3526-3536. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7224>.

Moya D., He M.L., Jin L., Wang Y., Penner G.B., Schwartzkopf-Genswein K.S. et McAllister T.A. (2015) Effect of grain type and processing index on growth performance, carcass quality, feeding behavior, and stress response of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, vol. 93, n° 6, p. 3091-3100. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8680>.

Murray C.F., Fick L.J., Pajor E.A., Barkema H.W., Jelinski M.D. et Windeyer M.C. (2016) Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal*, vol. 10, p. 468-477. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002062>.

Myers L. (1980) Passive protection of calves against experimentally induced and naturally occurring enteric colibacillosis. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 41, p. 1952-1956.

O'Connor A.M., Hu D., Totton S.C., Scott N., Winder C.B., Wang B., Wang C., Glanville J., Wood H., White B. et Larson R. (2019a) A systematic review and network meta-analysis of bacterial and viral vaccines, administered at or near arrival at the feedlot, for control of bovine respiratory disease in beef cattle. *Animal Health Research Reviews*, vol. 20, n° 2, p. 143-162.

O'Connor A.M., Hu D., Totton S.C., Scott N., Winder C.B., Wang B., Wang C., Glanville J., Wood H., White B. et Larson R. (2019b) A systematic review and network meta-analysis of

injectable antimicrobial options for the control of bovine respiratory disease in the first 45 days post arrival at the feedlot. *Animal Health Research Reviews*, vol. 20, n° 2, p. 163-181.

Paetsch C., Fenton K., Perrett T., Janzen E., Clark T., Shearer J. et Jelinski M. (2017) Prospective case-control study of toe tip necrosis syndrome (TTNS) in western Canadian feedlot cattle. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 58, n° 3, p. 247.

Paterson T.J., O'Hara E., Gruninger R.J., Penner G.B., Lardner H.A., Stephens E., Yang W., Beauchemin K.A., McAllister T.A. et Ribeiro G.O. (2024) Assessment of forage inclusion strategies as a means of reducing liver abscesses in finishing feedlot cattle. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 279-296.

Pearson J.M., Pajor E.A., Caulkett N.A., Levy M., Campbell J.R. et Windeyer M.C. (2019) Benchmarking calving management practices on western Canada cow-calf operations. *Translational Animal Science*, vol. 3, p. 1446-1459. <https://doi.org/10.1093/tas/txz107>.

Pereira M.C., Johnson J.A., Brattain R.S., Wehrle H. et Penner G.B. (2022) Effect of processing method and severity for hybrid fall rye on dry matter intake, ruminal fermentation, and apparent total tract nutrient digestibility in ruminally cannulated beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 102, n° 4, p. 579-588.

Pickinpaugh W.J., Neville B.W., Moore R.L. et Caton J.S. (2022) Impacts of added roughage on growth performance, digestibility, ruminal fermentation, and ruminal pH of feedlot steers fed wheat-based feedlot diets containing 30% modified distillers grains with solubles. *Translational Animal Science*, vol. 6, n° 2, p. txac051.

Pillen J.L., Pinedo P.J., Ives S.E., Covey T.L., Naikare H.K. et Richeson J.T. (2016) Alteration of activity variables relative to clinical diagnosis of bovine respiratory disease in newly received feed lot cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 1, p. 1-8.

Ran T., Saleem A.M., Beauchemin K.A., Penner G.B. et Yang W. (2021) Processing index of barley grain and dietary undigested neutral detergent fiber concentration affected chewing behavior, ruminal pH, and total tract nutrient digestibility of heifers fed a high-grain diet. *Journal of Animal Science*, vol. 99, n° 1, p. 1-14.

Ream C.N. et Chibisa G.E. (2021) Increasing dietary proportion of wheat grain in finishing diets containing distillers' grains: Impact on nitrogen utilization, ruminal pH, and digestive function. *Journal of Animal Science*, vol. 99, n° 10, p. 1-11.

Ribeiro G.O., Swift M.L. et McAllister T.A. (2016) Effect of diastatic power and processing index on the feed value of barley grain for finishing feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 94, n° 8, p. 3370-3381.

Rojas H.A., White B.J., Amrine D.E., Larson R.L. et Capik S.F. (2022a) Associations between pen management characteristics and bovine respiratory disease incidence in the first 45 days post-arrival in feedlot cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 56, n° 1, p. 40-52.

Rojas H.A., White B.J., Amrine D.E., Larson R.L., Capik S.F. et Depenbusch B.E. (2022b) Impact of water sources and shared fence lines on bovine respiratory disease incidence in the first 45 days on feed. *Veterinary Sciences*, vol. 9, n° 11, p. 646.

Sanguinetti V.M., Adams C., Campbell J., Checkley S.L. et Windeyer M.C. (2024) An expert consensus study regarding management practices to prevent infectious mortality in preweaned beef calves in western Canada. *Veterinary Sciences*, vol. 11, n° 10, p. 453.

Sanguinetti V.M., Strong K., Agbese S., Adams C., Campbell J., Checkley S.L., de Jong E., Ganshorn H. et Windeyer M.C. (2025a) A systematic review of disease control strategies in beef herds, Part 1: Preweaned calf mortality. *Animal Health Research Reviews*, vol. 24, n° 2, p. 75-88.
<https://doi.org/10.1017/S1466252325000015>

Sanguinetti V.M., Strong K., Agbese S., Adams C., Campbell J., Checkley S.L., Ganshorn H. et Windeyer M.C. (2025b) A systematic review of disease control strategies in beef cow-calf herds, Part 2: Preweaned calf morbidity and mortality associated with neonatal calf diarrhea and bovine respiratory disease. *Animal Health Research Reviews*, vol. 25, n° e1, p. 1-22.
<https://doi.org/10.1017/S1466252325000039>

Sanguinetti V.M., Adams C., Campbell J.R., Checkley S.L., Waldner C.L., Windeyer M.C. (2025c). Benchmarking management practices that impact calf morbidity and mortality in Canadian beef cow-calf herds. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 246, p. p.106725
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2025.106725>

Schaefer A.L., Cook N.J., Bench C., Chabot J.B., Colyn J., Liu T., Okine E.K., Stewart M. et Webster J.R. (2012) The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. *Research in Veterinary Science*, vol. 93, n° 2, p. 928-935.

Schneid K.N., Young J.D., Lawrence T.E., Richeson J.T. et Samuelson K.L. (2024) Effects of dietary composition and feeding management regimen on liver abscess prevalence, growth performance, and carcass outcomes of feedlot steers. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 347-357.

Schwartzkopf-Genswein K., Stookey J., Berg J., Campbell J., Haley D., Pajor E. et McKillop I. (2012) *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins de boucherie : Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires*. Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage.

Terrell S.P., Reinhardt C.D., Larson C.K., Vahl C.I. et Thomson D.U. (2017) Incidence of lameness and association of cause and severity of lameness on the outcome for cattle on six commercial beef feedlots. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 250, n° 4, p. 437-445.

Theurer M.E., Larson R.L. et White B.J. (2015) Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of commercially available vaccines against bovine herpesvirus, bovine viral diarrhea virus, bovine respiratory syncytial virus, and parainfluenza type 3 virus for mitigation of

bovine respiratory disease complex in cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 246, n° 1, p. 126-142.

Theurer M.E., Fox J.T., McCarty T.M., McCollum R.M., Jones T.M., Simpson J. et Martin T. (2021) Evaluation of the reticulorumen pH throughout the feeding period for beef feedlot steers maintained in a commercial feedlot and its association with liver abscesses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 259, n° 8, p. 899-908.

Thomas A.D., Orsel K., Cortés J.A. et Pajor E.A. (2021) Impact of digital dermatitis on feedlot cattle behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 244, p. 105468.

Thomas A.D., Pajor E.A., Caddey B., Goldhawk C., Martins L. et Orsel K. (2022a) An experimental model to induce digital dermatitis in beef calves. *BMC Veterinary Research*, vol. 18, n° 1, p. 238.

Thomas A.D., Orsel K. et Pajor E.A. (2022b) Impact of digital dermatitis on locomotion and gait traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 10, p. 1-8.

Timsit E., Dendukuri N., Schiller I. et Buczinski S. (2016) Diagnostic accuracy of clinical illness for bovine respiratory disease (BRD) diagnosis in beef cattle placed in feedlots: A systematic literature review and hierarchical Bayesian latent-class meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 135, p. 67-73.

Toaff-Rosenstein R.L. et Tucker C.B. (2018) The sickness response at and before clinical diagnosis of spontaneous bovine respiratory disease. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 201, p. 85-92.

Tomeczak D.J., Lockard C.L., Jennings J.S. et Richeson J.T. (2019) Performance, rumination, and rumen pH responses to different dietary energy density and feed management strategies in auction-derived feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 97, n° 11, p. 4682-4690.

Vanbergue E., Assié S., Mounaix B., Guiadeur M., Robert F., Andrieu D., Cebron N., Meyer G., Philibert A. et Foucras G. (2024) Comparison between a complete preconditioning programme and conventional conduct on behaviour, health and performance of young bulls from small cow-calf herds. *Animal*, vol. 18, n° 6, p. 101169.

Van Os, J.M.C., Mintline, E.M., DeVries, T.J., and Tucker, C.B. (2018) Domestic cattle (*Bos taurus taurus*) are motivated to obtain forage and demonstrate contrafreeloading. *PLoS ONE*, vol. 13, n° 3, p. e0193109. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193109>

Waldner C.L. et Rosengren L.B. (2009) Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 50, p. 275-281.

Waldner C.L., Jelinski M.D. et McIntyre-Zimmer K. (2013) Survey of western Canadian beef producers regarding calf-hood diseases, management practices, and veterinary service usage. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 54, p. 559-564.

Waldner C.L., Parker S., Gow S., Wilson D.J. et Campbell J.R. (2019) Antimicrobial usage in western Canadian cow-calf herds. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 60, n° 3, p. 255-267.

Waldner C., Wilhelm B., Windeyer M.C., Parker S. et Campbell J. (2022) Improving beef calf health: Frequency of disease syndromes, uptake of management practices following calving, and potential for antimicrobial use reduction in western Canadian herds. *Translational Animal Science*, vol. 6, n° 4, p. 1-12.

Waldner C., Windeyer M.C., Rousseau M. et Campbell J. (2024) The Canadian Cow-Calf Surveillance Network—Productivity and health summary 2018 to 2022. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 11, p. 1392166.

Warr B.N. (2024) Septic arthritis in western Canadian feedlot cattle: A comparison of antimicrobial treatment options and a description of the bacterial communities present in infected joints. Mémoire de maîtrise ès sciences. Saskatoon (Saskatchewan) : University of Saskatchewan.

Wennekamp T.R., Waldner C.L., Parker S., Windeyer M.C., Larson K. et Campbell J.R. (2021) Biosecurity practices in western Canadian cow-calf herds and their association with animal health. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 62, n° 7, p. 712.

White B.J., Goehl D.R., Amrine D.E., Booker C., Wildman B. et Perrett T. (2016) Bayesian evaluation of clinical diagnostic test characteristics of visual observations and remote monitoring to diagnose bovine respiratory disease in beef calves. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 126, p. 74-80.

White B.J., Goehl D.R., McMeniman J.P., Batterham T., Booker C.W. et McMullen C. (2023) Determination of behavioral changes associated with bovine respiratory disease in Australian feedlots. *Animals*, vol. 13, n° 23, p. 3692.

Wiese B.I., Hendrick S., Campbell J.G., McKinnon J.J., Beauchemin K.A., McAllister T.A., Penner G.B. (2017) Defining risk for low reticuloruminal pH during the diet transition period in a commercial feedlot in western Canada. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 1, p. 420-435.

Wileman B.W., Thomson D.U., Reinhardt C.D., Renter D.G. (2009) Analysis of modern technologies commonly used in beef cattle production: Conventional beef production versus nonconventional production using meta-analysis *Journal of Animal Science*, vol. 87, n° 10, p. 3418-3426.

Wilhelm B., Fossen J., Gow S. et Waldner C. (2023) A scoping review of antimicrobial usage and antimicrobial resistance in beef cow-calf herds in the United States and Canada. *Antimicrobials*, vol. 12, n° 7, p. 1177.

Wisnieski L.C., Amrine D.E., Cernicchiaro N., Sanderson M.W. et Renter D.G. (2021) Weather conditions associated with death attributed to bovine respiratory disease complex in high-risk auction market-sourced male beef calves. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 82, n° 8, p. 644-652.

Wolfger B., Timsit E., White B.J. et Orsel K. (2015) A systematic review of bovine respiratory disease diagnosis focused on diagnostic confirmation, early detection, and prediction of unfavorable outcomes in feedlot cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, vol. 31, n° 3, p. 351-365.

Woolums A.R., Berghaus R.D., Smith D.R., White B.J., Engelken T.K., Irsik M.B., Matlick D.K., Jones A.L., Ellis R.W., Smith I.J., Mason G.L. et Waggoner E.R. (2013) Producer survey of herd-level risk factors for nursing beef calf respiratory disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 243, p. 538-547. <https://doi.org/10.2460/javma.243.4.538>.

Woolums A.R., Berghaus R.D., Smith D.R., Daly R.F., Stokka G.L., White B.J., Avra T., Daniel A.T. et Jenerette M. (2018) Case-control study to determine herd-level risk factors for bovine respiratory disease in nursing beef calves on cow-calf operations. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 252, p. 989-994. <https://doi.org/10.2460/javma.252.8.989>.

Word A.B., Karr K.J., Holland B.P., Maxwell C.L., Linneen S.K. et Defoor P.J. (2024) Removing tylosin phosphate from finishing diets with increasing roughage concentrations affects growth performance, carcass characteristics, and prevalence of liver abscesses of finishing steers. *Applied Animal Science*, vol. 40, n° 3, p. 260-268.

Yang W.Z., Xu L., Zhao Y.L., Chen L.Y. et McAllister T.A. (2014) Impact of hard vs. soft wheat and monensin level on rumen acidosis in feedlot heifers. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 11, p. 5088-5098.

4 Prise en charge en fin de vie

Conclusions :

- 1. Les décisions concernant l'euthanasie du bétail sont complexes et dépendent de plusieurs facteurs, comme la probabilité de guérison, la douleur et la détresse des animaux, la faisabilité du transport et des considérations économiques. Il est essentiel de disposer de lignes directrices claires, notamment d'un calendrier, pour garantir un traitement sans cruauté et éviter toute souffrance inutile.**
- 2. L'amélioration des pratiques d'euthanasie repose fortement sur la formation et la sensibilisation, notamment en matière d'emplacement du tir, d'entretien de l'équipement, et de compétences de prise de décision. Il est également nécessaire de soutenir les personnes qui s'occupent des animaux au moyen de ressources et de formations leur permettant de réduire le stress émotionnel lié aux pratiques d'euthanasie.**
- 3. L'utilisation d'un pistolet d'abattage conjuguée à une étape secondaire (à savoir une deuxième balle par pistolet d'abattage, le jonchage, l'exsanguination, ou l'injection par intraveineuse de solutions salines) et l'abattage par balle (à condition que le choix de l'arme à feu soit adéquat et que le tir puisse être réalisé en toute sécurité à courte portée) sont des méthodes efficaces d'euthanasie.**
- 4. Les pistolets d'abattage à tige non pénétrante et les balles de plus petit calibre (long rifle ou LR .22) conviennent seulement à l'euthanasie des veaux (respectivement pour les veaux âgés de 2 à 3 mois et de 4 mois).**
- 5. Il est crucial de confirmer la mort de l'animal pour des résultats sans cruauté. À cette fin, il faut vérifier que la respiration, les battements cardiaques et les réflexes ont cessé.**
- 6. Il faudrait de nouvelles recherches permettant d'élaborer de meilleurs outils, des programmes de formation et des lignes directrices sur la prise de décision adaptées aux bovins de boucherie, qui s'intéresseraient particulièrement à l'amélioration de la sécurité humaine et animale ainsi qu'à l'augmentation du bien-être général pendant les pratiques d'euthanasie.**

4.1 Prise de décision en matière d'euthanasie

L'euthanasie consiste à mettre fin à la vie d'un animal pour réduire ou éliminer sa détresse ou sa souffrance (Shearer, 2018). De nature complexe, toute décision d'euthanasie du bétail dépend de facteurs à la fois pratiques et émotionnels. Dans une enquête auprès d'exploitations de vaches et de veaux de l'Ouest canadien, Moggy et coll. (2017) ont constaté que les principaux éléments pris en compte pour une euthanasie à la ferme étaient la probabilité de guérison (73 %) et la douleur et la détresse de l'animal (64 %). Des entretiens qualitatifs ont montré que les

producteurs et productrices considèrent souvent l'euthanasie comme une décision difficile et émotionnelle : bien qu'ils ou elles demandent souvent un avis vétérinaire, ils ou elles se sentent personnellement responsables de la décision. D'autres facteurs influent sur la décision, comme : la capacité de l'animal à accéder à de la nourriture et à de l'eau, la faisabilité du transport, la qualité de la récupération de viande, la minimisation de la souffrance étant dans tous les cas une priorité constante. Il est important de souligner que 13 % des personnes interrogées ont indiqué que l'euthanasie du bétail n'était pas pratiquée dans leur ferme, ce qui laisse supposer que les animaux sont soit transportés ailleurs à cette fin soit qu'ils meurent sans assistance, deux cas de figure susceptibles de prolonger leur souffrance. En effet, la décision sur le moment de l'euthanasie est cruciale pour réduire la souffrance, particulièrement quand un animal ne réagit pas à son traitement ou a reçu un mauvais pronostic et que ses chances de guérison sont minces.

La difficulté à prendre des décisions relatives à l'euthanasie peut aussi expliquer les conclusions de Goldhawk et coll. (2015), qui ont constaté que la moitié des cargaisons de vaches de boucherie de réforme au Canada contenait au moins une vache fragilisée, ce qui indiquerait que les producteurs et productrices ont du mal à déterminer le moment de l'euthanasie ou à évaluer l'aptitude au transport. Après avoir évalué 9 643 bovins provenant de huit marchés aux enchères, 11 abattoirs provinciaux et un abattoir inspecté par l'administration fédérale en Alberta, Windeyer et coll. (en préparation) ont constaté que 95 % des bovins étaient aptes au transport à leur arrivée. Néanmoins, cette étude a mis en lumière d'autres éléments, selon lequel les décisions à la ferme concernant les soins en fin de vie pourraient être améliorés. Plus précisément, 0,4 % (16 sur 4 461) des bovins arrivant aux encans, 2 % (26 sur 1 069) de ceux acheminés aux abattoirs provinciaux et 0,1 % (5 sur 4 013) de ceux des abattoirs fédéraux étaient considérés comme inaptes au transport. Soulignons toutefois que l'état à l'arrivée ne correspond pas toujours exactement à l'état de l'animal à l'exploitation et pourrait être le résultat de problèmes pendant le transport ou de retards pris dans les décisions de traitement des individus fragilisés. De plus, 4 % (197 sur 4 561) des bovins arrivant aux marchés aux enchères et 2 % (73 sur 4 013) de ceux acheminés aux abattoirs fédéraux étaient fragilisés, signe d'une situation probablement inadéquate étant donné que ces animaux peuvent être transportés uniquement localement et avec des dispositions spéciales relatives aux soins, que ce soit par euthanasie ou par abattage sans cruauté (Gouvernement du Canada, 2019). Ces résultats montrent que le soutien et la formation sont fondamentaux pour améliorer les décisions d'euthanasie dans les fermes.

Dans l'industrie laitière aussi, la prise de décision concernant l'euthanasie est complexe et émotionnellement difficile. Wagner et coll. (2020) ont insisté sur l'absence de lignes directrices claires permettant de déterminer les délais d'euthanasie pour les bovins blessés ou malades dont les probabilités de guérison sont presque nulles. Une enquête auprès de 307 producteurs et productrices laitiers a montré que les pratiques d'euthanasie variaient considérablement, 6 et 12 % des personnes interrogées indiquant qu'elles n'euthanasieraient jamais une vache ou un veau non ambulateur, respectivement. Des groupes types ont fait ressortir trois thèmes principaux influant sur la prise de décision : le bien-être animal, la psychologie humaine et les opérations de l'exploitation, les participants et participantes soulignant qu'il fallait à la fois minimiser la souffrance animale et gérer le fardeau émotionnel engendré par les décisions d'euthanasie. Par ailleurs, une étude de Merenda et coll. (2023a) sur les attitudes du personnel de l'industrie laitière à l'égard de l'euthanasie a déterminé trois groupes de personnes : confiant·e

mais mal à l'aise, confiant·e et à l'aise, et non confiant·e et peu informé·e. Le personnel des fermes de taille moyenne et le personnel moins expérimenté étaient plus susceptibles de manquer de confiance en soi et de connaissances, ce qui souligne la nécessité de formations ciblées. De même, selon Denis-Robichaud et coll. (2023), 17 % des exploitants et exploitantes de fermes laitières canadiennes éprouvaient un malaise face à la responsabilité d'exécution d'une euthanasie et 19 % ont observé un malaise chez d'autres membres du personnel de la ferme. La moitié des personnes interrogées constatait que les personnes exécutant l'euthanasie ressentaient au moins une émotion douloureuse ou une source d'anxiété, ce qui révèle les complexités émotionnelles inhérentes à la prise de décision en matière d'euthanasie. Ensemble, ces résultats montrent l'importance de lignes directrices claires, de formations ciblées et de soutien émotionnel pour améliorer la prise de décision en la matière ainsi que le bien-être humain et animal.

4.2 Méthodes et pratiques actuelles

L'euthanasie sans cruauté peut comprendre une seule étape causant une mort immédiate ou elle peut être réalisée au moyen de deux étapes : une étape d'étourdissement entraînant une perte de conscience, rapidement suivie d'une étape secondaire causant la mort pendant que l'animal est insensible (Terlouw et coll., 2016).

Les pratiques d'euthanasie dans la production bovine varient selon le type d'exploitation et la région. Dans une enquête auprès de 23 vétérinaires-conseils de parc d'engraissement au Canada et aux États-Unis, Lee et coll. (2015) ont constaté que 91 % considéraient l'abattage par balle comme la méthode la plus courante d'euthanasie sans cruauté dans les parcs d'engraissement qui les consultaient; cette proportion est comparable à celle de 2009, soit 87 %. À titre de comparaison, le pistolet d'abattage était indiqué par seulement 9 % des personnes interrogées, comparativement à 13 % en 2009. Une enquête auprès de 109 éleveurs et éleveuses de vaches-veaux dans l'Ouest du Canada a documenté les pratiques d'euthanasie à la ferme (Moggy et coll., 2017). La méthode la plus courante était l'abattage par balle, 94 %, 88 %, 82 % et 96 % des personnes interrogées indiquant que c'était la méthode principale d'euthanasie respectivement pour les veaux non sevrés, les veaux sevrés, les vaches adultes et les taureaux adultes. Ces résultats montrent la prévalence de l'abattage par balle comme principale méthode d'euthanasie dans différents systèmes d'élevage de bovins.

4.2.1 Méthodes adéquates d'euthanasie

4.2.1.1 Arme à feu

Carabines et armes de poing. Après avoir isolé des têtes de carcasses de bouvillons adultes et de femelles adultes, Baker et Scrimgeour (1995) ont mis à l'essai plusieurs armes à feu et munitions. Les armes à feu testées étaient : la carabine Ruger Mini-14 avec balles chemisées .223 et munitions préfragmentées Core-Shot, la carabine Ruger 10/22 avec munitions .22 LR standard et à grande vitesse, et une carabine .30-06 avec balles demi-blindées, entre

autres. La Ruger Mini-14 avec munitions préfragmentées Core-Shot a donné des résultats supérieurs, causant des lésions cérébrales importantes sans surpénétration, tandis que la pénétration par la Ruger 10/22 avec munitions .22 LR standard et à grande vitesse s'est montrée inadéquate. Thomson et coll. (2013) ont évalué des méthodes d'euthanasie sur des bovins de parcs d'engraissement au moyen d'images par tomodensitométrie pour analyser la pénétration crânienne et la rupture des tissus cérébraux sur des têtes de carcasses de bouvillons. Les munitions à pointe solide .22 tirées à la carabine, les munitions ACP de calibre .45 tirées au pistolet, et les munitions de calibre .223 tirées à la carabine étaient très efficaces, tandis que les munitions à pointe creuse de calibre .22 tirées à la carabine et les munitions de calibre 9 mm tirées au pistolet étaient moins fiables, car elles causaient des lésions au tronc cérébral insuffisantes. Shearer (2018) a attribué ces limites à la fragmentation des balles, qui réduisait la pénétration, et au canon plus court des pistolets, qui réduit la vitesse à la bouche, étant donné que les balles de calibre 9 mm et .45 nécessitaient des canons plus longs que 16 pouces pour donner un résultat optimal.

À partir de ces études et d'avis de spécialistes, l'American Veterinary Medical Association (AVMA, 2020), l'Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV, 2021) et l'American Association of Bovine Practitioners (AABP, 2023) ont établi des lignes directrices de l'euthanasie des bovins. Un long rifle .22 LR sert couramment à euthanasier les bovins en Amérique du Nord; cela donne des balles tirées constamment à une vitesse de 1 200 pieds/seconde, avec une énergie initiale (EI) allant de 120 à 130 pieds-livres (AVMA, 2020). L'énergie initiale est l'énergie cinétique d'une balle, qui sert à mesurer sa capacité de destruction. Les balles plus lourdes et plus rapides ont une EI et une capacité de destruction plus élevées. L'AVMA (2020) estime que les exigences en EI nécessaires pour que la balle pénètre et traverse les crânes des bovins aux fins d'euthanasie étaient mal connues et elle juge excessives les recommandations intérieures d'une EI minimale de 300 pieds-livres pour des animaux pesant jusqu'à 400 livres et d'une EI maximale de 1 000 pieds-livres pour des animaux pesant plus de 400 livres (AVMA, 2020). Selon une étude de Blackmore (1985), une EI de 94 pieds-livres permet une pénétration adéquate de l'os frontal d'une vache Angus âgée de 3 ans et suffit pour l'abattage ou l'euthanasie sans cruauté de bovins matures.

L'AVMA précise que la munition LR de calibre .22 doit être utilisée uniquement avec une carabine (cette précision relative aux carabines n'est pas nécessairement valide au Canada, qui a une législation différente sur les armes à feu), munie d'une balle à pointe solide, tirée à courte portée (30 à 90 cm [1 à 3 pieds]), et que le tir doit viser la région anatomique du crâne exacte. De plus, les recommandations actuelles de l'AABP (AABP, 2023) indiquent qu'une arme de poing ou une carabine de calibre .22 chargée avec une balle à pointe solide LR suffit seulement pour les veaux âgés de moins de quatre mois. Pour les bovins plus âgés, il faut utiliser un .22 Magnum ou des calibres plus grands pour obtenir des résultats d'euthanasie efficaces et constants.

Fusil de chasse. Baker et Scrimgeour (1995) ont évalué trois fusils de chasse utilisés aux fins d'euthanasie, sur des têtes de carcasses isolées de bouvillons et de femelles adultes. Le fusil de calibre .410 avec grenaille no 4 et no 6 causait des lésions cérébrales suffisantes, mais il nécessitait une distance courte pour éviter la dispersion du tir et un rechargement après chaque tir, ce qui le rendait peu avantageux par rapport à un pistolet d'abattage. Le Remington 870 calibre 12 avec une balle rayée était puissant, mais manquait de précision à 25 mètres, car le recul excessif ne convenait pas à une utilisation répétée, même si l'impact provoquait

probablement une perte de conscience. Chargé avec des balles à gibier no 7 1/2, le même fusil de chasse réussissait à détruire complètement le cerveau, mais il était trop puissant et apportait des avantages limités comparativement à un pistolet d'abattage à courte portée. De même, Thomson et coll. (2013) ont constaté que les fusils de chasse avec grenaille ou balles étaient des instruments d'euthanasie efficaces sur les bovins de parcs d'engraissement, en se fondant sur une étude par simulations sur des têtes de cadavres de bouvillons abattus à une distance de trois mètres.

L'AABP (2023) souligne que les fusils de chasse sont très efficaces dans les euthanasies à courte distance (moins de 90 cm ou 3 pieds) et recommande des fusils de chasse de calibre, 12, 16 et 20 pour les bovins adultes et un calibre 28 ou 410 pour les veaux. L'utilisation de cartouches à plombs à courte distance permet aux projectiles d'atteindre le crâne en une masse compacte, ce qui améliore la constance et l'efficacité. De même, l'AVMA (2020) recommande des fusils de chasse chargés de grenaille (no 6 ou plus) ou de balles aux fins d'euthanasie des bovins à courte portée (91 à 183 cm [1 à 2 verges]). À ces distances, la grenaille atteint le crâne en masse compacte, permettant une pénétration efficace et une destruction importante des tissus cérébraux, ce qui entraîne une perte de conscience immédiate et une mort rapide. Il est important d'observer que l'utilisation de fusils de chasse convient uniquement à une distance courte, et nécessite par conséquent une contention adéquate et l'immobilisation de l'animal pour la sécurité des animaux et des humains qui s'en occupent.

Sécurité des humains. Bien que la littérature ne s'y intéresse pas en détail, la sécurité des humains est primordiale en cas d'usage d'armes à feu aux fins d'euthanasie. Les cartouches de carabine à percussion centrale à épaulement posent un risque important de ricochet et de surpénétration; en raison d'une énergie élevée, le projectile peut traverser l'animal et parcourir des distances considérables, et ainsi mettre en danger des personnes ou des biens. Il est plus sécuritaire de choisir des balles de fusil de chasse ou des carabines avec munitions de pistolet engagées dans la chambre; les calibres .357 Magnum ou .44 Magnum sont en effet recommandés, car ils offrent une force de frappe suffisante tout en réduisant le risque de ricochet et de surpénétration. De plus, comme nous l'avons vu, pour préserver la sécurité des humains et des animaux, il est essentiel de mettre en place une contention et une immobilisation adéquates, ainsi que de tenir compte des alentours (par exemple risque de ricochet à proximité d'une remorque). Il a été démontré que la sédation – notamment par l'administration de xylazine avant l'euthanasie – améliore l'immobilisation des animaux, accroît la sécurité de la personne le manipulant et favorise un processus plus pratique et plus efficace, particulièrement dans les situations de dépeuplement à grande échelle (Hanthorn et Sanderson, 2019).

4.2.1.2 Pistolet d'abattage

Pistolet d'abattage à tige pénétrante et non pénétrante. Après évaluation de l'étourdissement réalisé par pistolet d'abattage percuteur à tige non pénétrante pour étourdir 12 bovins, Finnie (1995) a constaté qu'il causait une perte de conscience immédiate, avec une embarrure de l'os frontal de 3 cm ainsi qu'une hémorragie sous-arachnoïdienne importante sur le tronc cérébral, les lobes temporaux et les lobes frontaux. L'examen au microscope a révélé des hémorragies pétéchiales dans le thalamus et les noyaux gris centraux, dues aux forces causant une commotion

cérébrale et aux forces d'accélération agissant sur le cerveau dans le crâne. Toutefois, des études à plus grande échelle montrent les limites des pistolets d'abattage à tige non pénétrante utilisés sur des bovins adultes. Gibson et coll. (2019) ont évalué 31 taureaux croisés zébu × Hereford, âgés d'environ 30 mois; ils ont constaté que tous les taureaux percutés au moyen d'un pistolet d'abattage à tige pénétrante présentaient des tracés d'électroencéphalogramme (par exemple, les mesures de l'activité électrique du cerveau) correspondant à une perte de conscience, alors que seuls 82 % des taureaux percutés au moyen d'un pistolet d'abattage à tige non pénétrante perdaient complètement conscience. De même, dans une étude examinant 455 bovins, de race zébu ou des croisements de zébu, Oliveira et coll. (2018) ont conclu que les pistolets d'abattage à tige pénétrante obtenaient des résultats supérieurs à ceux des pistolets à tige non pénétrante pour ce qui est de la vitesse, la quantité de mouvement et l'énergie, et nécessitaient moins de tirs répétés (12 % contre 29 %). Les pistolets d'abattage à tige pénétrante obtenaient des taux plus élevés de collapsus immédiat (99 % contre 91 %) et moins de signes de détresse, comme une respiration rythmique et des mouvements réflexes, ce qui indique des résultats supérieurs en matière de bien-être. Plus tard, Supratikno et coll. (2024) ont rapporté un taux de réussite de 74 % seulement pour l'étourdissement préabattage à tige non pénétrante sur des bovins croisés brahmanes, ce qui montre ses limites chez les bovins adultes. Cumulés, les résultats de ces études indiqueraient que les pistolets d'abattage à tige non pénétrante sont inefficaces sur les bovins adultes. Toutefois, s'ils sont employés adéquatement, les pistolets d'abattage à tige non pénétrante permettraient un abattage sans cruauté si le tir est immédiatement suivi d'une étape secondaire utilisant une autre méthode comme l'exsanguination (Musk et Johnson, 2024). Il est important que l'intervalle entre l'étourdissement et l'exsanguination soit court : idéalement, il doit être inférieur à 60 secondes et il ne doit pas dépasser 90 secondes (Jerlström et coll., 2025).

En revanche, Collins et coll. (2020) ont conclu que les pistolets d'abattage à tige non pénétrante étaient efficaces sur les animaux jeunes et ont montré qu'ils provoquaient une perte de conscience immédiate et permanente sur des bouvillons Holstein sous sédation âgés de 4 à 5 mois. Ils ont constaté seulement des différences mineures dans l'arrêt de la respiration et les convulsions entre les individus abattus par pistolet avec ou sans tige pénétrante.

À partir de ces conclusions, l'AVMA (2020) et l'ACMV (2021) recommandent l'utilisation exclusive de pistolets d'abattage avec tige pénétrante aux fins d'euthanasie sans cruauté des bovins âgés; les pistolets d'abattage à tige non pénétrante devraient seulement être utilisés pour les veaux. De même, les lignes directrices de l'AABP (2023) pour l'euthanasie sans cruauté des bovins indiquent qu'un pistolet d'abattage à tige non pénétrante peut être utilisé pour l'euthanasie des veaux, de leur naissance à l'âge de 2 à 3 mois.

Type de pistolet d'abattage à tige pénétrante. Dans leur évaluation de méthodes d'euthanasie de bovins pendant des écloisons de maladies animales exotiques, Baker et Scrimgeour (1995) ont constaté que deux pistolets à tige pénétrante de calibre .25 produits par Accles et Shelvoke, notamment le pistolet Magnum, entraînaient efficacement la perte de conscience chez des bovins adultes dans des abattoirs. Après avoir comparé l'action de pistolets d'abattage à air comprimé et à cartouche sur des bovins, Kaluza et coll. (2022) ont constaté que l'étourdissement par air comprimé donnait des résultats supérieurs. Cette méthode nécessitait moins de répétitions de tir (6 % contre 18 %) et présentait moins d'écarts dans le positionnement du tir (25 % contre 34 %) et sa direction (10 % contre 47 %), particulièrement sur les taureaux, ce qui montrerait que les instruments à air comprimé sont à la fois plus efficaces et plus fiables. Enfin, Frazer et coll.

(2023) ont comparé trois pistolets d'abattage à tige pénétrante, le Blitz-Kerner, le Jarvis BABOOM et le Matador SS3000, au moyen de gélatine balistique et de têtes de carcasses de bovins mâles et femelles de différents âges. La profondeur de pénétration la plus élevée a été constatée sur le Matador SS3000, suivi du Jarvis BABOOM et du Blitz-Kerner; les instruments présentaient des différences importantes. Ajoutons que le Blitz-Kerner présentait l'énergie cinétique la plus basse.

Il faut aussi tenir compte de la longueur du pistolet d'abattage à tige pénétrante. Kline et coll. (2019) ont évalué l'effet de trois longueurs de pistolet d'abattage (15,2 cm, 16,5 cm et 17,8 cm) sur les lésions tissulaires et les ruades des membres postérieurs chez des bovins de boucherie et des bouvillons et femelles Holstein abattus correctement au moyen d'un pistolet à air comprimé. Les 45 individus ont perdu conscience dès le premier tir. L'examen visuel a montré que le pistolet le moins long causait moins de lésions cérébrales et que le tronc cérébral était intact dans tous les cas de figure. Ces résultats confirment que, quelle que soit la longueur de l'instrument, les bovins peuvent être abattus sans rupture visible du tronc cérébral, ce qui est particulièrement avantageux pour le diagnostic de maladies neurologiques, par exemple aux fins de surveillance de l'encéphalopathie spongiforme bovine. Dans une étude similaire, Anderson et coll. (2025) ont indiqué qu'une profondeur de pénétration de 35 à 52 mm environ était nécessaire pour atteindre le cerveau de la plupart des vaches Holstein matures, quand les positions frontales le plus souvent recommandées étaient employées, et qu'une profondeur de pénétration de 96,3 mm était nécessaire pour atteindre l'hypothalamus dans le positionnement frontal idéal. Ils ont ajouté que la longueur de la plupart des pistolets d'abattage à tige pénétrante du marché ne convient pas à l'abattage de bovins matures en cas d'abattage sur le chignon. Soulignons un autre élément important mentionné dans l'étude : les dimensions mesurées des têtes de carcasses ne différaient guère de celles rapportées dans la littérature relative aux bovins de boucherie matures. C'est pourquoi leurs conclusions sont probablement pertinentes pour les bovins de boucherie aussi.

Étapes secondaires de l'euthanasie par pistolet d'abattage. Utilisés seuls, les pistolets d'abattage ne garantissent pas toujours la mort; il faut parfois des étapes complémentaires pour parvenir. Grandin (2002) a évalué l'étourdissement par pistolet d'abattage dans 21 abattoirs de bœuf. Pour ce, il a observé 2 500 bovins, répartis entre bouvillons, génisses, vaches et taureaux. Si 81 % des abattoirs parvenaient à désensibiliser tous les bovins avant de les hisser sur le rail de saignée, 0,2 % des bouvillons et femelles d'engraissement et 1,2 % des taureaux et des vaches présentaient des signes de retour de leur sensibilité. Par ailleurs, Gilliam et coll. (2018) ont montré la nécessité d'étapes secondaires, en constatant que le système de pistolet d'abattage CASH Euthanizer ne parvenait pas à euthanasier 9,7% des adultes, 10,5 % des jeunes et jusqu'à 20 % des nouveau-nés au moyen de tirs avec tige pénétrante. Était considéré comme un échec le retour de la respiration ou une durée prolongée avant l'arrêt cardiaque. De même, Dewell et coll. (2015b) ont évalué l'emploi de pistolets d'abattage à tige pénétrante sur 22 veaux de parcs d'engraissement et ils ont constaté que la mort cardiaque (c'est-à-dire l'asystolie) se produisait en moyenne 8 minutes et 34 secondes après l'étourdissement. La mort cardiaque clinique, définie par l'absence de battement de cœur audible, se produit antérieurement, avec seulement 70 % des veaux étant présumés morts selon les paramètres cliniques avant l'asystolie.

Ces résultats corroborent les lignes directrices de l'AVMA (2020), l'AABP (2023) et l'ACMV (2021), qui insistent sur la nécessité de conjuguer l'emploi des pistolets d'abattage à une étape complémentaire pour garantir l'euthanasie.

Second tir. Robbins et coll. (2021) ont évalué l'efficacité des emplacements sur le sinus frontal et le chignon comme régions de tir secondaires pour les bovins euthanasiés à l'aide d'un pistolet d'abattage à tige pénétrante. Dans l'étude, les évaluations cliniques ne montraient pas de signes de sensibilité après le premier tir sur le sinus frontal, quel que soit l'emplacement du second tir. Quand le tir était dirigé vers le chignon, le nombre d'animaux présentant des battements cardiaques cinq minutes après le tir était inférieur, et la pathologie a montré des lésions moindres sur le tronc cérébral, ce qui indique que ces lésions ne seraient pas nécessaires pour obtenir une insensibilité irréversible et la mort. Les deux régions étaient tout aussi efficaces comme emplacements de tir secondaires. Une étude de suivi réalisée par Robbins et coll. (2023) a confirmé ces résultats chez des croisements de vaches laitières Jersey × Holstein, montrant des signes minimaux de conscience après un premier tir sur le sinus frontal. Le moment du dernier battement de cœur et le traumatisme crânio-cérébral global ne différaient pas significativement entre tir sur le sinus frontal et tir sur le chignon, ce qui indiquerait que les deux sont tout aussi efficaces comme méthode secondaire.

Administration de sels par intraveineuse. L'administration par intraveineuse de chlorure de potassium ou de sulfate de magnésium après un tir de pistolet d'abattage perturbe la conductivité électrique du muscle cardiaque pour garantir la mort. L'AVMA (2020) observe que, généralement, le chlorure de potassium entraîne la mort plus rapidement que le sulfate de magnésium, mais l'ACMV (2021) souligne que le sulfate de magnésium produirait moins de réactions neuromusculaires violentes. Stanger et coll. (2019) appuient cet argument, en montrant que les deux méthodes sont sans cruauté à partir de mesures de la perception de la douleur chez le mouton. Le chlorure de potassium cause toutefois des mouvements réflexes graves pendant la perfusion, contrairement au sulfate de magnésium.

Exsanguination. Généralement, l'exsanguination se pratique par une incision sur la surface ventrale de la gorge ou du cou, qui tranche la peau, le muscle, la trachée, l'œsophage, les artères carotides, les veines jugulaires ainsi que de nombreux nerfs sensoriels et moteurs et d'autres vaisseaux. Selon l'AVMA (2020) et l'AABP (2023), cette procédure ne doit pas servir comme méthode autonome d'euthanasie, mais qu'elle est acceptable comme méthode complémentaire.

Jonchage. Le jonchage consiste à insérer une tige dans le crâne par le trou créé par le pistolet d'abattage à tige pénétrante pour détruire le tronc cérébral et la moelle épinière. Appelt et Sperry (2007) ont comparé l'étourdissement employé seul à l'étourdissement suivi d'une procédure de jonchage, principalement sur des vaches laitières de réforme. Ils ont constaté qu'aucun animal ne redevenait conscient après jonchage, tandis que 5 animaux sur 12 non soumis au jonchage présentaient des signes de reprise de connaissance, ce qui montre l'efficacité du jonchage. Cependant, Leach et Wilkins (1985) ont observé que le jonchage après étourdissement par pistolet d'abattage sur des individus croisés Hereford × Holstein à l'abattage entraînait une activité musculaire violente, susceptible de causer des difficultés lors de la mise en œuvre.

Procédure à une étape avec pistolet d'abattage. Derscheid et coll. (2016) ont évalué un pistolet d'abattage à tige pénétrante équipé d'un mécanisme de jonchage par air comme méthode d'euthanasie à une étape pour les bovins de parcs d'engraissement. Sur les 66 bouvillons et femelles de l'étude, 94 % avaient été euthanasiés en un seul tir et 6 % nécessitaient des tirs supplémentaires en raison d'erreurs de positionnement. Tous les tirs ayant pénétré dans la voûte crânienne faisaient perdre conscience aux bovins, sans retour de leur sensibilité.

Dans une étude portant sur un pistolet d'abattage à tige pénétrante avec une tige plus longue, Dewell et coll. (2024) ont euthanasié 17 bovins de différents âges et de races diverses en plaçant l'instrument directement contre l'os pariétal derrière le chignon et en visant la base de la langue. Les tirs correctement positionnés entraînaient une perte immédiate de conscience sans retour de la sensibilité, suivie d'une mort clinique; un seul animal avait nécessité un deuxième tir en raison d'un angle incorrect. Les évaluations post-mortem ont révélé que le traumatisme cranio-cérébral était suffisant, ce qui confirme que les tirs sur le chignon sont une méthode d'euthanasie efficace quand elle est exécutée correctement.

Bien que ces études aient démontré que différents pistolets d'abattage et positionnements du tir puissent suffire, une étape secondaire reste recommandée, car aucune étude n'a obtenu de réussite à 100 % pour tous les animaux en un seul tir.

Positionnement du tir de pistolet d'abattage ou d'arme à feu. Le positionnement du tir de pistolet d'abattage ou d'arme à feu sur la tête du bovin est crucial. En effet, Schiffer et coll. (2017) ont découvert que le positionnement du tir était plus déterminant que le choix du calibre de l'arme à feu. Ce résultat est corroboré par Gilliam et coll. (2016), qui ont soumis aléatoirement des têtes de carcasses intactes de bovins de boucherie et laitiers à un tir unique haut ou bas par pistolet d'abattage à tige pénétrante. Le groupe du tir bas utilisait le point de repère standard (de l'intersection des lignes du canthus interne de l'œil au haut de l'oreille opposée; Figure 1A), tandis que le groupe du tir haut utilisait un point de repère modifié (à la moitié d'une ligne allant du haut du chignon à une ligne imaginaire reliant chaque canthus externe de l'œil; Figure 1B). La rupture du tronc cérébral résultante était plus grande dans le groupe du tir haut pour les bovins adultes (16/18 pour le tir haut contre 7/14 pour le tir bas) et les jeunes (13/16 pour le tir haut contre 11/19 pour le tir bas), les deux points de repère donnaient des résultats égaux chez les nouveau-nés (11/11 pour le tir haut et 14/14 pour le tir bas). D'après ces conclusions, le positionnement haut du tir augmente la probabilité de rupture du tronc cérébral chez les bovins adultes, réduisant ainsi le risque de retour de sensibilité.

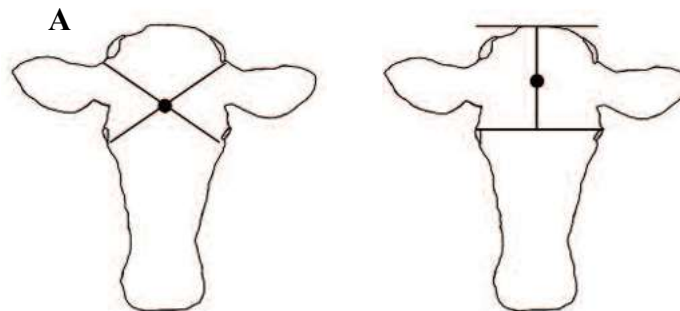


Figure 1. Figure tirée de Gilliam et coll. (2016)

Le schéma **A** montre l'emplacement du tir dans le groupe du tir bas (intersection des lignes du canthus interne de l'œil au haut de l'oreille opposée), et le schéma **B** montre celui du tir du groupe du tir haut (à la moitié d'une ligne allant du haut du chignon à une ligne imaginaire reliant chaque canthus externe de l'œil).

À partir de ces conclusions, l'AVMA (2020), l'AABP (2023) et l'ACMV (2021) ont recommandé que le tir soit réalisé à l'intersection au centre de deux lignes tracées du canthus

externe (coin extérieur) de chaque œil à la base de la corne opposée (ou de la région où la corne devrait se trouver), comme l'illustre la figure 2A. L'angle du tir doit être perpendiculaire à l'avant du crâne (Figure 2B).

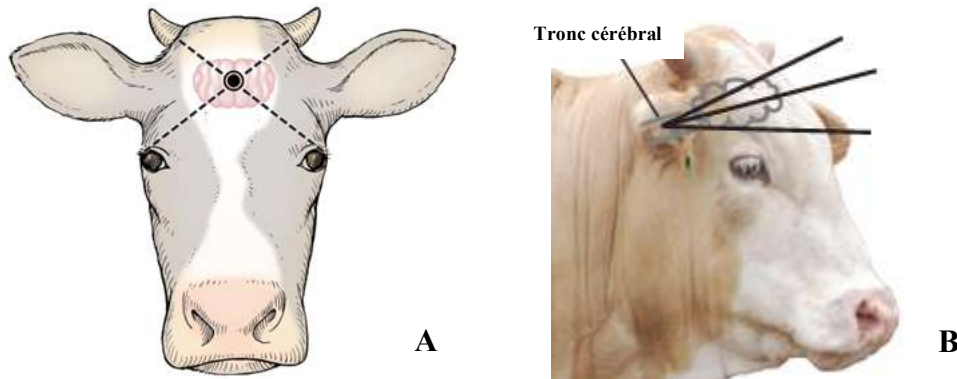


Figure 2. Points de repère de tir recommandés pour l'euthanasie des bovins.

A) Figure de l'AVMA (2020) : le schéma montre l'emplacement du tir placé à l'intersection au centre de deux lignes tracées du canthus externe (coin extérieur) de chaque œil à la base de la corne opposée (ou de la région où la corne devrait se trouver). **B)** Figure de l'AABP (2023) : la trajectoire du tir se situe le long de la médiane entre la base des oreilles au niveau du méat acoustique externe, il est dirigé perpendiculairement ou légèrement vers le bas (au maximum à 45 degrés). L'angle peut être modifié, comme l'illustre la figure 2B, pour s'adapter à la position de l'animal et de la personne qui s'en occupe, particulièrement si une arme à feu est utilisée. Les pistolets d'abattage à tige pénétrante doivent être déchargés et l'instrument doit être placé perpendiculairement directement sur l'os frontal.

Une étude très récente d'Anderson et coll. (2025) a évalué les positionnements recommandés pour les tirs par pistolet d'abattage. Ils ont évalué non seulement le potentiel de contact avec le cerveau, mais aussi de contact avec le thalamus, la principale région du cerveau responsable de la conscience. Ils ont établi que le positionnement idéal se trouvait en fait un centimètre au-dessus de l'intersection décrite ci-dessus (Figure 2A), car elle permettait un contact avec le thalamus dans 100 % des têtes de carcasses de vaches Holstein. Le positionnement illustré dans la figure 2A et celui de la figure 1B permettaient toutefois un contact avec le cerveau dans 100 % des cas, mais seulement à 94 % et 0 % avec le thalamus, respectivement.

Barbituriques et dérivés de l'acide barbiturique. Les barbituriques entraînent un passage rapide de l'état conscient à l'état inconscient, et à la mort, quand ils sont administrés par intraveineuse à un dosage adéquat (AVMA, 2020). Ils présentent toutefois des inconvénients, comme l'ont indiqué l'AVMA (2020) et l'AABP (2023), comme leur coût, la nécessité de contenir adéquatement l'animal, leur administration par du personnel agréé (c'est-à-dire des vétérinaires) et les solutions limitées d'élimination des carcasses. De plus, l'AABP (2023) a souligné les risques d'ingestion par la faune et la consommation des produits d'équarrissage par les animaux domestiques et elle a recommandé, par conséquent, que cette procédure d'euthanasie ne soit réalisée qu'en dernier recours, sauf s'il est possible d'éliminer les carcasses de manière adéquate.

Cette méthode serait néanmoins préférable en cas de maladies neurologiques ou de cas présumés d'encéphalopathie spongiforme bovine, où il serait essentiel de préserver l'intégrité du cerveau, particulièrement du tronc cérébral.

Confirmation de la mort. Il est essentiel de confirmer la réussite de la méthode d'euthanasie pour garantir un traitement sans cruauté et éviter toute souffrance inutile. D'après les conclusions de Moggy et coll. (2017), d'après les personnes interrogées pratiquant l'euthanasie de vaches et de veaux dans l'Ouest canadien, la méthode la plus courante de confirmation de la mort était de vérifier la respiration (68 %), puis l'absence de réflexe cornéen (62 %), les battements cardiaques (47 %), les mouvements de membre (38 %), et le beuglement ou les vocalisations (15 %). Cependant, ils ont aussi constaté qu'une proportion préoccupante (8 %) des personnes interrogées pratiquant des euthanasies dans les fermes ne vérifiaient pas que l'animal était effectivement mort. Étant donné que, généralement, les sondages traduisent les réponses des productrices et producteurs les plus engagés, la proportion est sans doute plus élevée dans la population générale.

Les lignes directrices de l'ACMV (2021) indiquent que la dernière étape de l'euthanasie consiste à confirmer la mort à partir des indicateurs suivants : arrêt immédiat et permanent de la respiration rythmique, absence de vocalisation, absence de réflexes oculaires, aspect vitreux des yeux, yeux qui restent ouverts et regardent droit devant, absence de battements cardiaques détectables. De plus, les lignes directrices de l'AABP (2023) énoncent que la confirmation de la mort après une procédure d'euthanasie est essentielle, et recommandent de la confirmer par l'absence de battements cardiaques et de respiration pendant trois à cinq minutes.

4.3 Formation aux fins d'amélioration des pratiques d'euthanasie

Quelle que soit la méthode d'euthanasie, la formation est essentielle pour garantir sa réussite. Setijanto et coll. (2024) ont montré qu'une distance et un positionnement de tir incorrects réduisaient considérablement les taux de réussite des pistolets d'abattage. Par ailleurs, Grandin (2002) a déterminé les facteurs du retour de la sensibilité après étourdissement par pistolet d'abattage, à savoir des cartouches entreposées dans un lieu humide, l'entretien insuffisant de l'étourdisseur et le manque d'expérience de la personne le manipulant. Schiffer et coll. (2017) ont constaté que l'emplacement du tir était plus déterminant que le calibre de l'arme à feu, après avoir mis à l'essai 5 combinaisons d'arme à feu et de balle, ce qui a corroboré l'importance de l'emplacement visé par le tir.

Les programmes de formation efficaces sont un aspect crucial de l'amélioration des compétences, notamment pour ce qui est du positionnement, de l'équipement et de la confirmation de la mort, ainsi que la confiance en soi du personnel chargé de l'euthanasie du bétail. Dewell et coll. (2015a) ont évalué un atelier interactif destiné aux personnes s'occupant de bovins de boucherie; ils ont constaté que les participants et participantes considéraient avoir peu progressé dans leur capacité à déterminer le point d'entrée idéal pour les armes à feu et les pistolets d'abattage, ce qui montre l'importance de la formation. Dans le domaine des bovins laitiers, Merenda et coll. (2023b) ont évalué un programme de formation interactif basé sur des cas, qui visait à améliorer la prise de décision et la détermination du moment adéquat en matière

d'euthanasie. Les participants et participantes ont indiqué avoir gagné en confiance en soi pour déterminer quand une euthanasie était nécessaire et reconnaître son importance; les plus jeunes étant celles et ceux ayant le plus profité de la formation. Ces résultats mettent en évidence l'efficacité de ce type de programme dans l'amélioration des décisions concernant l'euthanasie. Consciente de ce besoin, l'AABP (2023) recommande que les propriétaires, le personnel des installations et les tierces parties autres que des vétérinaires réalisant des opérations d'euthanasie reçoivent chaque année une formation validée par une attestation.

4.4 Recherches futures

Il serait nécessaire d'évaluer l'efficacité et la fiabilité de certains outils et techniques d'euthanasie dans des conditions réelles et sur différents systèmes d'élevage bovin. De plus, les recommandations relatives à l'euthanasie par pistolet d'abattage et arme à feu pourraient tenir compte des différences selon la race : en effet, les caractéristiques morphométriques du crâne diffèrent chez les bovins laitiers et de boucherie (Çakar et coll., 2024). Par ailleurs, la recherche devrait s'intéresser à l'élaboration de meilleurs cadres de prise de décision intégrant des considérations pratiques, affectives, de bien-être, pour permettre aux producteurs et productrices de prendre des décisions d'euthanasie sans cruauté en temps opportun. Ajoutons que la conception et la mise en œuvre de programmes de formation adaptés aux différents degrés d'expérience et à la taille des exploitations, augmenteraient considérablement la confiance en soi des personnes pratiquant l'euthanasie ainsi que la précision des pratiques. Concernant les armes à feu, il est essentiel de respecter des exigences en matière de permis et de formation pour garantir la sûreté et l'application sans cruauté des pratiques d'euthanasie. Une autre priorité des recherches serait la surveillance de la prévalence d'animaux correctement euthanasiés par rapport aux animaux incorrectement euthanasiés envoyés aux laboratoires de diagnostic, dans les parcs d'engraissement ou traités par des vétérinaires lors de nécropsies sur le terrain, de façon à évaluer l'efficacité des programmes de formation en fonction des résultats mesurés.

Références

American Association of Bovine Practitioners (AABP) (2023) *AABP guidelines for the humane euthanasia of cattle*. Disponible à l'adresse :

https://www.aabp.org/Resources/AABP_Guidelines/EUTHANASIA-2023.pdf. Consulté le 5 décembre 2024.

American Veterinary Medical Association (AVMA) (2020) *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition*. Disponible à l'adresse :

<https://www.avma.org/sites/default/files/2020-02/Guidelines-on-Euthanasia-2020.pdf>. Consulté le 18 novembre 2025.

Anderson K.N., Woiwode R., Hamilton E.M., Kirk A.A., Cowell M.J., Reyes A.A., Zhitnitskiy P.E. et Vogel K.D (2025) Relationship between captive bolt placement, tissue parameters, and brain contact in cadaver heads from culled Holstein cows >30 mo of age. *Journal of Dairy Science*, vol. 108, p. 11279-11302. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26338>.

Appelt M. et Sperry J. (2007) Stunning and killing cattle humanely and reliably in emergency situations—A comparison between a stunning-only and a stunning and pithing protocol. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 48, vol. 5, p. 529-534.

Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV) (2021) *Guide pour les médecins vétérinaires concernant les méthodes d'euthanasie sans pentobarbital sodique*. Disponible à l'adresse : <https://www.veterinairesauCanada.net/media/hr0npygt/guidance-vets-euthanasia-methods-do-not-include-pentobarbital-sodium.pdf>. Consulté le 5 décembre 2024.

Baker H.J. et Scrimgeour H.J. (1995) Evaluation of methods for the euthanasia of cattle in a foreign animal disease outbreak. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 36, vol. 3, p. 160-165.

Blackmore D.K. (1985) Energy requirements for the penetration of heads of domestic stock and the development of a multiple projectile. *Veterinary Record*, vol. 116, vol. 2, p. 36-40.

Çakar B., Tandir F., Güzel B.C., Bakıcı C., Ünal B., Duro S., Szara T., Spataru C., Spataru M.C. et Gündemir O. (2024) Comparison of skull morphometric characteristics of Simmental and Holstein cattle breeds. *Animals*, vol. 14, vol. 14, p. 2085.

Collins S.L., Kull J., Benham C., Krawczel P., Donohue K.D. et Caldwell M. (2020) Comparison of penetrating and non-penetrating captive bolt in an alternative occipital approach in calves. *Animal Welfare*, vol. 29, vol. 1, p. 59-67.

Denis-Robichaud J., Rousseau M., Denicourt M., Villettaz-Robichaud M., Lamothe A.M. et DesCôteaux L. (2023) Methods used by Canadian dairy farmers for on-farm euthanasia and the emotions associated with the decision and the practice of euthanasia. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, vol. 2, p. 1301-1314.

Derscheid R.J., Dewell R.D., Dewell G.A., Kleinhenz KE., Shearer L.C., Gilliam J.N., Reynolds J.P., Sun Y. et Shearer J.K. (2016) Validation of a portable pneumatic captive bolt device as a

one-step method of euthanasia for use in depopulation of feedlot cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 248, vol. 1, p. 96-104.

Dewell R., Hanthorn C., Danielson J., Burzette R., Coetzee J.F., Griffin D., Ramirez A. et Dewell G.A. (2015a) Evaluation of an interactive workshop designed to teach practical welfare techniques to beef cattle caretakers and decision makers. *The Journal of Extension*, vol. 53, vol. 4, p. 2.

Dewell R.D., Moran L.E, Kleinhenz K.E., Derscheid RJ., Dewell G.A., Shearer L.C. et Shearer J.K. (2015b) Assessment and comparison of electrocardiographic and clinical cardiac evidence of death following use of a penetrating captive bolt for euthanasia of cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 49, p. 32-36.

Dewell R.D., Michael A., Moran L.E., Hayman K., Rowe E.W. et Dewell G.A. (2024) Clinical and electrocardiographic evidence of death following use of a poll shot with a penetrating captive bolt as a single-step method for euthanasia of cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 59, vol. 1, p. 9-16.

Finnie J.W. (1995) Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle. *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 43, vol. 5, p. 183-185.

Frazer S., Denicourt M., DesCôteaux L., Masseur I. et Rousseau M. (2023) Comparison of bolt penetration depth by lowcost penetrating captive-bolt devices used for cattle euthanasia on the farm [résumé]. American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings No. 56. Milwaukee (Wisconsin), 21-23 septembre 2023, p. 198–198.

Gibson T.J., Oliveira S.E., Dalla Costa F.A. et Gregory N.G. (2019) Electroencephalographic assessment of pneumatically powered penetrating and non-penetrating captive-bolt stunning of bulls. *Meat Science*, vol. 151, p. 54-59.

Gilliam J.N., Shearer J.K., Bahr R.J., Crochik S., Woods J., Hill J., Reynolds J. et Taylor J.D. (2016) Evaluation of brainstem disruption following penetrating captive-bolt shot in isolated cattle heads: comparison of traditional and alternative shot-placement landmarks. *Animal Welfare*, vol. 25, vol. 3, p. 347-353.

Gilliam J.N., Woods J., Hill J., Shearer J.K., Reynolds J. et Taylor J.D. (2018) Evaluation of the CASH Dispatch Kit combined with alternative shot placement landmarks as a single-step euthanasia method for cattle of various ages. *Animal Welfare*, vol. 27, vol. 3, p. 225-233.

Goldhawk C., Janzen E., González L.A., Crowe T., Kastelic J., Kehler C., Siemens M., Ominski K., Pajor E.A. et Schwartzkopf-Genswein K.S. (2015) Trailer temperature and humidity during winter transport of cattle in Canada and evaluation of indicators used to assess the welfare of cull beef cows before and after transport. *Journal of Animal Science*, vol. 93, vol. 7, p. 3639-3653.
<https://doi.org/10.2527/jas.2014-8390>.

Gouvernement du Canada (2019) Règlement modifiant le Règlement sur la santé des animaux: DORS/2019-38. *La Gazette du Canada, Partie II*, vol. 154, n° 4. Disponible à l'adresse :

<https://gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2019/2019-02-20/html/sor-dors38-fra.html>. Consulté le 18 novembre 2025.

Grandin T. (2002) Return-to-sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 221, vol. 9, p. 1258-1261.

Hanthorn C.J. et Sanderson M.W. (2019) Xylazine sedation and gunshot for depopulation of cattle. *The Bovine Practitioner*, vol. 53, vol. 2, p. 166-168.

Jerlström J., Berg C. et Wallenbeck A. (2025) Unnecessary suffering during the slaughter of cattle and pigs: Mapping stun quality and associations to stun-to-stick intervals. *Frontiers in Animal Science*, vol. 6, p. 1633616. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1633616>.

Kaluza M., Vecerek V., Voslarova E., Kamenik J., Konvalinova J, Valkova L. et Takacova D. (2022) Reduction of the occurrence of incorrect stunning and the occurrence of reflexes and reactions in cattle after pneumatically powered captive-bolt stunning in comparison with cartridge-fired captive-bolt stunning. *Animal Science Journal*, vol. 93, vol. 1, p. e13728.

Kline H.C., Wagner D.R., Edwards-Callaway L.N., Alexander L.R. et Grandin T. (2019) Effect of captive bolt gun length on brain trauma and post-stunning hind limb activity in finished cattle *Bos taurus*. *Meat Science*, vol. 155, p. 69-73.

Leach T.M. et Wilkins L.J. (1985) Observations on the physiological effects of pithing cattle at slaughter. *Meat Science*, vol. 15, vol. 2, p. 101-106.

Lee T.L., Terrell S.P., Bartle S.J., Apley M.D., Rethorst D., Thomson D.U. et Reinhardt CD. (2015) Current feedlot cattle health and well-being program recommendations in the United States and Canada: the 2014 feedlot veterinary consultant survey. *The Bovine Practitioner*, vol. 49, vol. 2, p. 124-131.

Merenda V.R., de Oliveira E.B., Lopez-Soriano M., Arruda A.G., Robbins A. et Pairis-Garcia M.D. (2023a) Dairy workers' attitudes toward dairy cattle euthanasia. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, vol. 10, p. 7076-7088.

Merenda V.R., de Oliveira E.B., Lopez-Soriano M., Arruda A.G., Robbins A. et Pairis-Garcia M.D. (2023b) Interactive euthanasia training program for the dairy industry: Implementation and perceived respondent knowledge change. *Journal of Dairy Science*, vol. 106, vol. 8, p. 5659-5671.

Moggy M.A., Pajor E.A., Thurston W.E., Parker S., Greter A.M., Schwartzkopf-Genswein K.S., Campbell J.R. et Windeyer M.C. (2017) Management practices associated with stress in cattle on western Canadian cow-calf operations: A mixed methods study. *Journal of Animal Science*, vol. 95, vol. 4, p. 1836-1844.

Musk G.C. et Johnson C.B. (2024) Commentary: A Comparison of the methods of the pre-slaughter stunning of cattle in Australia—Mechanical, electrical, and diathermic syncope. *Animals*, vol. 14, vol. 21, p. 3141. <https://doi.org/10.3390/ani14213141>.

Oliveira S.E., Gregory N.G., Dalla Costa F.A., Gibson T.J., Dalla Costa O.A. et da Costa M.J. (2018) Effectiveness of pneumatically powered penetrating and non-penetrating captive bolts in stunning cattle. *Meat Science*, vol. 140, p. 9-13.

Robbins J.A., Williams R., Derscheid R.J., Boyum B. et Spangler C. (2021) Comparison of frontal-sinus and poll shot locations as secondary methods for euthanizing dairy cattle with a penetrating captive bolt gun. *The Bovine Practitioner*, vol. 55, vol. 2, p. 115-119.

Robbins J.A., Sanchez H., Spangler C., Vazquez S., Spatz N. et Boyum B. (2023) Assessment of time to death, brain tissue damage and clinical signs of consciousness in mature Jersey x Holstein cattle receiving a secondary penetrating captive bolt gunshot at the poll or frontal sinus locations. *The Bovine Practitioner*, vol. 57, vol. 2, p. 67-73.

Schiffer K.J., Retz S.K., Algers B. et Hensel O. (2017) Assessment of stun quality after gunshot used on cattle: a pilot study on effects of diverse ammunition on physical signs displayed after the shot, brain tissue damage and brain haemorrhages. *Animal Welfare*, vol. 26, vol. 1, p. 95-109.

Shearer J.K. (2018) Euthanasia of cattle: practical considerations and application. *Animals*, vol. 8, vol. 4, p. 57.

Stanger K.J., Kells N.J., Fisher A.D., Jubb T., Rault J.L. et Johnson C. (2019) Evaluation of euthanasia of sheep with intravenous saturated salt solutions to enable the collection of whole, intact brains. *Animal Welfare*, vol. 28, vol. 4, p. 397-406.

Supratikno, Setijanto H., Nuraini H., Nurhidayat, Nisa C., Novelina S., Cahyadi D.D., Sudarnika E. et Agungpriyono S. (2024) The success rate of non-penetrative pre-slaughter stunning on Australian Brahman cross cattle slaughter in Indonesia. *Acta Veterinaria Indonesiana*, vol. 12, vol. 1, p. 47-54.

Terlouw C., Bourguet C. et Deiss V. (2016) Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part I. Neurobiological mechanisms underlying stunning and killing. *Meat Science*, vol. 118, p. 133-146. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.011>.

Thomson D.U., Wileman B.W., Rezac D.J., Miesner M.D., Johnson-Neitman J.L. et Biller D.S. (2013) Computed tomographic evaluation to determine efficacy of euthanasia of yearling feedlot cattle by use of various firearm-ammunition combinations. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 74, vol. 11, p. 1385-1391.

Wagner B.K., Cramer M.C., Fowler H.N., Varnell H.L., Dietsch A.M., Proudfoot K.L., Shearer J., Correa M. et Pairis-Garcia M.D. (2020) Determination of dairy cattle euthanasia criteria and analysis of barriers to humane euthanasia in the United States: Dairy producer surveys and focus groups. *Animals*, vol. 10, vol. 5, p. 770.

5 Pratiques de sevrage et prise en charge avant et après le sevrage

5.1 Introduction, portée et principaux principes

Le sevrage est une pratique de gestion nécessaire dans la plupart des systèmes modernes d'élevage de bovins de boucherie. En effet, les mères et les veaux sont séparés pour faciliter la récupération de l'état corporel des vaches, favoriser la prochaine gestation, et permettre l'alimentation spécialisée des veaux. Bien que nécessaire, il est largement admis que le sevrage est une source de stress pour la vache et le veau. Ce stress peut comporter des répercussions à court et long terme sur le bien-être, la santé et le rendement.

La Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires de 2012 (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012), qui synthétisait les données probantes disponibles, a mis en lumière les réactions comportementales et physiologiques au sevrage et décrit plusieurs méthodes de sevrage. Depuis, de nouvelles recherches nous ont apporté des connaissances nouvelles concernant l'influence de ces pratiques sur le bien-être des vaches de boucherie et de leurs veaux, et elles ont présenté des améliorations de la prise en charge avant et après le sevrage, visant à atténuer les résultats nuisibles.

La présente mise à jour décrit les résultats de la littérature scientifique sur le sevrage chez les bovins de boucherie publiée depuis 2012. La revue porte essentiellement sur quatre aspects : (1) les effets du sevrage sur la vache et le veau; (2) les procédures et pratiques de sevrage courantes et nouvelles; (3) les stratégies de prise en charge susceptibles d'influencer les résultats du sevrage; (4) les futures priorités de recherche. La présente revue de la littérature s'intéresse exclusivement aux recherches portant sur les bovins de boucherie ou sur les systèmes de production bovine canadiens.

5.2 Les effets du sevrage sur le bien-être de la vache et du veau

Conclusions :

- 1. Le sevrage pose des difficultés importantes pour le bien-être des vaches et des veaux. Il est constamment associé à des indicateurs comportementaux et physiologiques de détresse qui durent plusieurs jours, ce qui corrobore les conclusions des précédentes revues de la littérature.**
- 2. Les effets du sevrage sur le bien-être dépendent de facteurs individuels et de la gestion. Certaines caractéristiques, comme la parité des vaches, ne sont pas facilement modifiables. En revanche, d'après les données probantes, la détresse est manifestement plus élevée en cas de sevrage de veaux très jeunes ou d'emploi de méthodes abruptes et les risques pour le bien-être sont plus grands si le sevrage s'ajoute à d'autres facteurs de stress (comme le transport).**

La Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires de 2012 (Schwartzkopf-Genswein et coll., 2012) a conclu que le sevrage cause de la détresse chez la vache et le veau, comme le montrent la modification des comportements et l'augmentation de la morbidité. Les recherches réalisées depuis cette date continuent de documenter les conséquences comportementales, physiologiques et sanitaires du sevrage, corroborant le fait que le sevrage constitue un problème important pour le bien-être.

L'un des points forts de l'étude d'Ungerfeld et coll. (2014) était l'inclusion d'un groupe témoin de veaux non sevrés, ce qui permettait de comparer directement les résultats comportementaux et physiologiques chez les vaches soumises au sevrage de leur veau par rapport à celles autorisées à maintenir le lien avec leur veau. Les vaches dont le veau était sevré soit par la méthode abrupte, soit par caveçon présentaient plus de signes comportementaux de détresse – comme le fait de vocaliser ou de marcher de long en large – que les vaches dont le veau n'était pas sevré. La méthode du caveçon entraînait moins de signes comportementaux de la détresse comparativement à la séparation abrupte, mais les vaches du groupe témoin présentaient des signes minimaux de stress et leur production de lait restait constamment plus élevée.

Les variations de la réponse au sevrage dépendent aussi des individus. Stěhulová et coll. (2017) ont évalué l'influence des caractéristiques de la vache et du veau sur les résultats comportementaux suivant une séparation abrupte entre l'âge de 151 à 274 jours. Les vocalisations des vaches étaient plus grandes si leur veau était très jeune ou avait des taux de croissance plus élevés, ou si la vache n'était pas en gestation; les vaches jeunes se déplaçaient davantage. Chez les veaux, les vocalisations et le mouvement étaient supérieurs chez les femelles et chez les individus ayant le gain de poids le plus élevé. De plus, les réponses comportementales différaient chez les vaches et les veaux au fil du temps : en effet, les vocalisations des vaches atteignaient leur point le plus haut 6 à 8 heures après la séparation, puis diminuaient, tandis que la fréquence de vocalisation des veaux continuait à augmenter pendant les 24 heures suivant la séparation. Par ailleurs, de Paula et coll. (2023) ont examiné l'effet de la parité des vaches sur leur réponse au stress après un sevrage abrupt et la séparation du veau dans un lieu éloigné chez des bovins Nellore. Les vaches primipares et multipares présentaient toutes des réponses comportementales et physiologiques, mais les multipares présentaient une augmentation plus élevée du taux de cortisol, du nombre de globules rouges, de l'hématocrite et d'hémoglobine. D'après ces données, les vaches multipares plus âgées manifesteraient une réponse au stress physiologique plus marquée, peut-être en raison d'un lien maternel plus fort.

Les conséquences nuisibles du sevrage sur le bien-être dépassent les changements comportementaux. Hodgson et coll. (2012) ont étudié l'effet de la séparation maternelle au moment d'une infection virale sur la vulnérabilité à une pneumonie bactérienne secondaire. Les veaux sevrés abruptement avec séparation et éloignement qui sont transportés au moment d'une infection par herpèsvirus bovin de type 1 primaire étaient deux fois plus susceptibles de mourir après un test de provocation à la bactérie *Mannheimia haemolytica*, comparativement aux veaux préadaptés au sevrage (c'est-à-dire séparés de leur mère, hébergés séparément dans la ferme, et nourris au foin ou au grain pendant deux semaines avant d'être transportés et soumis au test de provocation). L'excrétion virale ne différait pas, mais les veaux sevrés abruptement présentaient une réponse immunitaire exacerbée, des niveaux élevés d'interféron gamma, de protéines de phase aiguë, de CD14 et de facteur de nécrose tumorale alpha. Ces travaux soulignent que le stress du sevrage peut exacerber la gravité des maladies en cas de co-infections respiratoires et

montrent que les stratégies de gestion sont cruciales pour réduire les facteurs de stress cumulatifs pendant le sevrage.

5.3 Pratiques de sevrage courantes et nouvelles

Conclusions :

- 1. La méthode de sevrage influence considérablement le bien-être de la vache et du veau. Les stratégies progressives, comme la séparation par la clôture et l'utilisation d'un caveçon, aussi dit anneau antisuccion, (c'est-à-dire un sevrage en deux étapes), réduisent les signes comportementaux du stress chez les veaux comparativement au sevrage abrupt par séparation et éloignement.**
- 2. Le sevrage en deux étapes utilisant un caveçon au museau réduit le stress chez la vache et le veau. Il a des répercussions variables sur l'état immunitaire et des effets non systématiques sur le rendement, l'état immunitaire et les indicateurs physiologiques du stress.**
- 3. Une partie (~30 %) des caveçons peut être perdue et un pourcentage élevé (86 % à 100 %) des veaux portant le dispositif ont des lésions nasales, ce qui suscite des préoccupations pour leur bien-être qu'il faut évaluer par rapport aux avantages de la méthode.**
- 4. Le sevrage par la clôture augmente la croissance post-sevrage et diminue la détresse du veau, mais pourrait prolonger les comportements de stress chez la vache par rapport au sevrage abrupt. Les avantages à long terme pour le rendement ne sont pas constants dans les différentes étapes de production.**

La méthode de sevrage est capitale pour déterminer les résultats immédiats et à long terme sur le bien-être, la croissance et la santé du veau. Un corpus de recherche croissant montre que les stratégies de sevrage influencent non seulement les réponses comportementales et physiologiques du stress chez le veau, mais qu'elles peuvent aussi agir sur le rendement post-sevrage et, dans certains cas, sur le degré de stress vécu par la vache. Les méthodes de sevrage progressif, comme la séparation par la clôture et le sevrage en deux étapes avec caveçon, réduisent la détresse et favorisent une transition en douceur. Malgré l'existence de ces solutions moins stressantes, le sevrage abrupt reste courant chez les éleveuses et éleveurs vache-veau canadiens. Une enquête de 2015 auprès de 109 productrices et producteurs dans l'Ouest canadien a constaté que 70 % d'entre eux pratiquaient le sevrage abrupt, en citant souvent le coût, la logistique et la disponibilité de pâturage comme principales contraintes à la mise en œuvre de méthodes de sevrage plus graduelles (Moggy et coll., 2017). Les données récentes de l'Enquête canadienne sur la production vache-veau de 2023, qui a interrogé 600 personnes, indiquaient que l'emploi du sevrage abrupt avait diminué pour atteindre 51 %. Les exploitations y ayant recours indiquent comme principales raisons la nécessité de vendre les veaux immédiatement après le sevrage (59 %), le manque de temps, de main-d'œuvre ou d'infrastructure (21 %), et l'absence d'avantage financier perçu dans les autres méthodes (12 %) (BCRC, 2024).

5.3.1 Comparaison entre sevrage avec pose de caveçon au museau et sevrage abrupt

Le sevrage en deux étapes au moyen d'un caveçon est souvent proposé comme solution à moindre stress pour remplacer le sevrage abrupt. Cette méthode permet aux veaux de rester en contact avec leur mère tout en empêchant l'allaitement pendant une courte période avant la séparation physique. Le sevrage en deux étapes est en hausse dans les élevages veau-vache. En effet, 4 % des personnes interrogées déclaraient l'utiliser dans une enquête réalisée en 2015 dans l'Ouest canadien (Moggy et coll., 2017) et cette proportion était de 12 % dans l'enquête nationale réalisée en 2023 (BCRC, 2024).

Les études comportementales rapportent constamment que le sevrage avec caveçon réduit les signes de détresse chez le veau et la vache. À titre d'exemple, Lambertz et coll. (2014) ont constaté que la fréquence de vocalisation était nettement supérieure en cas de sevrage abrupt avec séparation (19,2 fois/heure), comparativement à une situation où les veaux étaient équipés d'un caveçon sept jours avant la séparation (3,7 fois/heure). Les veaux des deux groupes augmentaient leur comportement de marche après le sevrage, mais l'augmentation était moindre chez ceux équipés d'un caveçon. De même, Alvez et coll. (2015) ont observé que des veaux sevrés abruptement avec séparation et éloignement vocalisaient, marchaient et allaient de long en large plus fréquemment, et qu'ils étaient moins en position debout et en train de brouter après le sevrage, comparativement à ceux sevrés au moyen d'une méthode en deux étapes avec caveçon. Ces indicateurs comportementaux de stress étaient considérablement plus bas chez les veaux équipés de caveçon pendant soit 7 jours, soit 21 jours avant la séparation, avec des différences minimales entre les deux durées. Par ailleurs, Freeman et coll. (2021) ont constaté que des veaux sevrés au moyen d'un caveçon vocalisaient moins et étaient moins actifs que des veaux sevrés abruptement pendant les premiers jours après la séparation, et ils ont rapporté une réponse comportementale au stress modérée. Wiese et coll. (2016) ont étudié en quoi la méthode et la date de sevrage avaient une incidence sur le comportement du veau et sa prise alimentaire pendant le sevrage, le transport et une période de réception simulée de deux semaines. Les veaux étaient soumis à un des trois traitements suivants : sevrage abrupt avec séparation et éloignement 5 jours avant le transport, sevrage en deux étapes avec caveçon posé au museau 5 jours avant le transport, ou sevrage abrupt le jour du transport. Dans les jours précédant le transport, les veaux équipés d'un caveçon étaient moins actifs que ceux sevrés abruptement, mais plus actifs que les veaux non sevrés. Les veaux sevrés abruptement et tôt passaient plus de temps allongés pendant les 2 jours suivant le sevrage. Après le transport, les veaux sevrés le jour du transport présentaient les niveaux les plus élevés de stress comportemental, qui se manifestaient par une augmentation des mouvements et la diminution du temps passé en position allongée.

De plus, des études ont examiné comment le sevrage avec caveçon influençait le comportement des vaches. Ungerfeld et coll. (2014) ont comparé les réponses dans le comportement et la production de vaches de boucherie dont les veaux, âgés en moyenne de 184 jours, étaient sevrés soit abruptement avec séparation et éloignement, soit par une méthode en deux étapes comprenant la pose d'un caveçon 14 jours avant la séparation. Les vaches du groupe à sevrage abrupt vocalisaient plus souvent et marchaient plus de long en large après la séparation avec leur veau que les vaches du groupe de sevrage avec caveçon, ce qui montrait une réponse comportementale au stress plus forte. La production de lait diminuait dans les deux groupes après le sevrage, comme prévu, mais les vaches du groupe à sevrage avec caveçon ont perdu moins de poids corporel que celles du groupe à sevrage abrupt, ce qui indiquerait un stress

physiologique moindre ou le maintien d'un meilleur équilibre énergétique pendant la transition. Dans une étude de suivi, Ungerfeld et coll. (2016) ont évalué le sevrage en deux étapes chez des veaux sevrés tôt, vers l'âge de 2 mois, au moyen de caveçons placés au museau 6 jours avant la séparation. Les vaches du groupe du caveçon présentaient moins de comportements liés au stress – comme le fait de marcher de long en large, de vocaliser, de brouter moins – comparativement aux vaches dont le veau avait été sevré abruptement, puis séparé et éloigné. Cela indiquerait que la méthode en deux étapes réduit la détresse maternelle à un moment où le lien vache-veau est censé être particulièrement fort, puisque les veaux étaient encore très jeunes. Par ailleurs, Mijar (2025) a constaté que les vaches dont le veau portait un caveçon montraient moins de signes comportementaux de détresse après le sevrage – notamment des vocalisations et des allées et venues moindres – et avaient des concentrations de cortisol salivaires inférieures comparativement aux vaches dont le veau était sevré abruptement ou par séparation par la clôture. Les vaches dont le veau avait été sevré abruptement augmentaient leurs vocalisations, leurs allées et venues et leur activité le premier jour après le sevrage, mais elles passaient aussi plus de temps à manger et à ruminer le jour même.

Les résultats du sevrage en deux étapes en matière de rendement sont mitigés. Lambertz et coll. (2014) n'ont pas détecté de différences statistiquement significatives dans le gain de poids entre veaux sevrés par caveçon et veaux sevrés abruptement, alors que Freeman et coll. (2021) ont constaté que les veaux portant un caveçon 7 jours avant la séparation avaient un gain de poids quotidien inférieur sur une période de 42 jours après le sevrage par rapport aux veaux sevrés abruptement. Par ailleurs, après avoir étudié 288 veaux de boucherie âgés de 7 à 8 mois, Taylor et coll. (2020) ont indiqué que chez les veaux équipés d'un caveçon 6 jours avant le sevrage, le gain de poids diminuait dans les 13 jours précédant le sevrage et pendant la période allant de 13 jours avant à 7 jours après le sevrage comparativement à des veaux sevrés abruptement avec séparation et éloignement. En revanche, la croissance des veaux du groupe avec caveçon pendant la période allant de 13 jours avant à 28 jours après le sevrage était supérieure à celle des veaux sevrés abruptement et transportés immédiatement, ce qui indique que les veaux sevrés avec un caveçon auraient des gains compensateurs après le sevrage. De plus, Lippolis et coll. (2016a) ont observé un gain moyen quotidien inférieur chez les veaux du groupe avec caveçon pendant les 21 jours précédant la séparation, comparativement aux veaux restant avec leur mère et sevrés abruptement sans pose de caveçon. Il est important de souligner que la diminution de la croissance des veaux avec caveçon avant la séparation s'expliquait probablement par leur alimentation réduite, car on les empêchait de téter et qu'ils devaient se nourrir uniquement de fourrage, tandis que les veaux encore allaités recevaient du lait et du fourrage, et que les veaux sevrés abruptement recevaient généralement du foin ou une ration mixte totale à base de fourrage.

Lippolis et coll. (2016a) ont aussi examiné les effets de la méthode de sevrage sur la réponse immunitaire. Comparativement aux veaux sevrés abruptement, les veaux équipés d'un caveçon présentaient moins de réponses immunitaires à médiation humorale après le sevrage, notamment moins de titres d'anticorps au virus de la diarrhée virale bovine de type 1 et à l'herpèsvirus bovin de type 1, un pourcentage plus faible de séroconversion pour le virus de la diarrhée virale bovine de type 1, et des niveaux inférieurs d'immunoglobulines M spécifiques de l'ovalbumine. Ces différences sont mesurées alors que la prise alimentaire post-sevrage, l'efficacité et la morbidité des deux groupes sont similaires. Cependant, Browning (2023) a constaté que, malgré des poids

corporels et des niveaux de cortisol semblables dans les deux groupes, les veaux du groupe avec caveçon affichaient une réponse immunitaire plus forte à la vaccination par rapport aux veaux sevrés abruptement ou par séparation par la clôture. Griebel et coll. (2014) ont examiné en quoi l'association de la méthode de sevrage et du moment du transport influait sur les réponses immunitaires chez des veaux après un test de provocation à l'herpèsvirus bovin de type 1. Le sevrage abrupt combiné au transport accroissait l'inflammation systémique, ce qui augmentait les taux d'haptoglobine et les niveaux de facteur de nécrose tumorale alpha. En revanche, les veaux équipés d'un caveçon 4 jours avant le transport présentaient des réactions inflammatoires moindres, ce qui indiquerait que la fonction immunitaire et la vulnérabilité aux maladies dépendaient à la fois de la nature et du moment des facteurs de stress dus au sevrage.

Malgré l'utilité des caveçons et anneaux antisuccion, leurs effets physiques suscitent des préoccupations. Lambertz et coll. (2014) ont indiqué que plus de 95 % des veaux présentaient des abrasions nasales quand le dispositif était retiré 7 jours après la pose, et que 30 % saignaient abondamment et 10 % présentaient des lésions plus graves. De plus, une semaine après le retrait, 45 % des veaux continuaient de présenter des signes d'irritation nasale. De même, Valente et coll. (2022) ont constaté que bien que 27 % des veaux perdent leur caveçon avant la date de retrait, que les veaux aient conservé ou non le dispositif, ils présentaient des lésions nasales ulcéreuses, absentes lors de la pose. Kirk et Tucker (2023) ont observé que 32 % des veaux perdaient leur caveçon avant la date de retrait, et que 86 % de ceux le conservant pendant 7 jours présentaient un saignement visible immédiatement après le retrait. Six jours plus tard, tous les veaux avaient des lésions tissulaires, malgré un début de cicatrisation. Freeman et coll. (2021) aussi ont indiqué des problèmes similaires de rétention du dispositif et de lésions nasales.

En résumé, le sevrage avec caveçon diminue plusieurs indicateurs comportementaux du stress chez la vache et le veau, et certains indicateurs physiologiques du stress chez les vaches. Il serait donc avantageux pour la santé et le bien-être par rapport à la séparation abrupte. Certaines études ont observé la diminution du gain moyen quotidien chez les veaux sevrés à l'aide d'un caveçon comparativement aux veaux sevrés abruptement, particulièrement pendant la période précédant la séparation où l'accès à la tétée est restreint; cette diminution est souvent suivie de gains compensateurs. D'autres études n'ont pas détecté de différences significatives. Les résultats relatifs à la fonction immunitaire sont variables : en effet, certaines études rapportent une diminution des réponses immunitaires à médiation humorale, tandis que d'autres ne constatent ni effet nuisible, ni améliorations de la réponse à la vaccination, ni réduction des réactions inflammatoires après un test de provocation à un virus. Soulignons toutefois que le risque de lésion nasale associé au dispositif et la nécessité de deux manipulations, susceptible d'augmenter la main-d'œuvre nécessaire ou le stress, restent des éléments importants à prendre en considération.

5.3.2 Comparaison entre séparation par la clôture et sevrage abrupt

Le sevrage par séparation par la clôture, qui permet un contact visuel et auditif entre la vache et son veau tout en empêchant l'allaitement, est considéré comme une solution moins stressante que la séparation abrupte. Selon une enquête de 2015 auprès de productrices et producteurs veau-vache de l'Ouest canadien, 19 % indiquaient utiliser le sevrage par séparation par la clôture (Moggy et coll., 2017), et une enquête nationale de 2023 auprès de 600 productrices et producteurs a constaté que 32 % d'entre eux employaient cette méthode (BCRC, 2024).

Plusieurs études ont comparé le sevrage abrupt à la séparation par la clôture, et ont trouvé des différences dans le comportement, le rendement et les réponses physiologiques du veau.

Les résultats comportementaux semblent montrer que le sevrage par séparation par la clôture réduit les signes de détresse chez les veaux par rapport au sevrage abrupt. Dans une étude réalisée sur 14 jours par Mac et coll. (2024), les veaux sevrés par séparation par la clôture exprimaient plus de comportement de repos et de rumination et une activité réduite comparativement aux veaux sevrés abruptement. Les vaches du groupe de sevrage par séparation par la clôture se reposaient davantage et étaient moins actives pendant les premiers jours de séparation que les vaches dont le veau était sevré abruptement, qui se montraient plus tôt plus actives. Toutefois, les vaches du groupe de séparation par la clôture diminuaient leur alimentation et leur rumination pendant plusieurs jours après la séparation complète, ce qui entraînait un gain de poids moyen inférieur à celui des vaches dont le veau avait été sevré abruptement. De même, Mijar (2025) a observé que les vaches du groupe de séparation par la clôture exprimaient plus de comportements persistants liés au stress, comme le fait de vocaliser, de se déplacer et de marcher de long en large, du moment du sevrage à 7 jours après la séparation, comparativement aux vaches au veau sevré abruptement. En revanche, les vaches du groupe de sevrage abrupt présentaient les niveaux de stress les plus élevés juste un jour après le sevrage et passaient le plus de temps à s'alimenter et à ruminer le jour même.

Concernant les paramètres de production, la plupart des études constataient que le sevrage par séparation par la clôture, par rapport au sevrage abrupt, avait un effet positif sur le gain de poids post-sevrage. Dans un essai sur le terrain portant sur 288 veaux, Taylor et coll. (2020) ont trouvé que les veaux sevrés par séparation par la clôture et maintenant le contact pendant 7 jours présentaient des gains de poids supérieurs par rapport à ceux sevrés abruptement, sevrés au moyen d'un caveçon, ou sevrés par séparation intermittente (c'est-à-dire retirés à leur mère pendant des intervalles de 24 heures le treizième jour et le sixième jour avant le sevrage, puis maintenant un contact par séparation par la clôture pendant 7 jours après le sevrage). De même, Gubbels et coll. (2023) ont constaté que les veaux séparés par la clôture pendant 7 jours avant le sevrage enregistraient le gain de poids quotidien moyen le plus élevé, du jour du sevrage à 7 jours après le sevrage, comparativement aux veaux sevrés abruptement, ces derniers prenant plus de poids dans la période allant de 7 jours à 26 jours après le sevrage. Les poids corporels et les caractéristiques des carcasses ne différaient pas selon le traitement, ce qui indiquerait que les avantages du sevrage par séparation par la clôture en matière de croissance constatés au début ne persistaient pas jusqu'à la période de finition. Silva et coll. (2023) ont constaté que des veaux sevrés par séparation par la clôture pendant 7 jours avaient un gain moyen quotidien et un poids corporel plus élevés jusqu'à 82 jours après le sevrage que des veaux sevrés abruptement, et ils n'ont pas observé de différences dans les marqueurs physiologiques, comme le cortisol. Browning (2023) a rapporté des résultats similaires, selon lesquels les veaux sevrés par séparation par la clôture prenaient plus de poids après le sevrage que les veaux sevrés abruptement, malgré l'absence de différences dans les taux de cortisol des deux traitements. Bailey et coll. (2016) ont constaté que chez les veaux sevrés abruptement avec séparation et éloignement dans un parc d'élevage, le gain moyen quotidien pendant les 28 jours suivant le sevrage et les 60 premiers jours après leur arrivée au parc d'engraissement était supérieur à celui de veaux sevrés au pâturage qui restaient en contact avec leur mère au moyen d'une séparation par la clôture. Cependant, les veaux de parc d'élevage ont tendance à avoir une morbidité plus

élevée. Les veaux sevrés dans un parc d'élevage s'adaptent aussi plus rapidement aux aliments, s'approchent de la mangeoire plus rapidement, et avaient des prises alimentaires et une efficacité alimentaire plus élevées que les veaux sevrés au pâturage ne recevant pas d'aliments complémentaires. Il est intéressant de souligner que les veaux sevrés au pâturage sans suppléments présentaient une efficacité alimentaire supérieure pendant la phase de finition, ce qui indiquerait que les avantages des différentes stratégies de sevrage en matière de rendement varieraient selon le stage de production.

En résumé, le sevrage par séparation par la clôture réduit les comportements liés au stress chez le veau et favorise tôt la croissance post-sevrage par rapport au sevrage abrupt avec séparation et éloignement. Ces avantages ne persisteraient toutefois pas pendant toute la période d'alimentation, et les vaches pourraient exprimer un stress comportemental plus prolongé en cas de sevrage par la clôture. De plus, il faudrait étudier davantage les effets à long terme du sevrage par séparation par la clôture, particulièrement sur le bien-être de la mère.

5.3.3 Caveçons avec séparation par la clôture ou sevrage abrupt

Campistol et coll. (2013) ont examiné les effets combinés du sevrage en deux étapes au moyen de la pose de caveçon pendant 7 jours, suivie soit d'une séparation par la clôture, soit d'une séparation avec éloignement, pour mesurer la croissance et les réponses physiologiques de bouvillons de boucherie. Parmi les veaux équipés d'un caveçon, les veaux éloignés de leur mère prenaient plus de poids et avaient des taux de cortisol inférieurs à ceux séparés par une clôture. De plus, le caveçon était associé à l'augmentation de l'hématocrite avant le sevrage, un rapport neutrophiles-lymphocytes plus élevé, et des pourcentages de lymphocytes plus bas du jour 0 au jour 7 après le sevrage, ce qui est le signe d'un stress physiologique plus grand, quelle que soit la méthode de séparation. Globalement, bien que le caveçon puisse provoquer une réponse physiologique mesurable en raison du stress ou des lésions tissulaires, son effet sur la croissance du veau dépendrait du mode de séparation d'avec la mère.

5.4 Stratégies de gestion susceptibles d'influencer les résultats du sevrage

Conclusions :

- 1. L'âge du sevrage agit fortement sur le bien-être et le rendement du veau, le sevrage précoce (à moins de 3 mois) entraînant un stress comportemental et physiologique plus élevé, alors que le sevrage tardif (après l'âge de 180 jours) conduit à une détresse moindre et favorise une meilleure croissance, à condition que l'état de la vache et le fourrage disponible soient adéquats.**
- 2. Les stratégies nutritionnelles – comme l'alimentation complémentaire en enclos, la supplémentation pré-sevrage, ou l'alimentation à base de concentrés – atténuent les réponses au stress et favorisent la croissance, particulièrement en cas de sevrage précoce.**

- 3. La séparation temporaire de la vache et du veau avant le sevrage, le report du transport à quelques jours après le sevrage, un calendrier de vaccination soigneusement mis en œuvre en fonction du sevrage, ou la combinaison de ces techniques et d'autres stratégies de gestion dans un programme de préconditionnement peuvent améliorer la résilience, le comportement du veau et les résultats sanitaires dans le parc d'engraissement.**
- 4. Les effets du préconditionnement dépendent fortement des pratiques de gestion qui le composent. Le préconditionnement n'augmente pas systématiquement la croissance dans le début de la période en parc d'engraissement; il améliore toutefois l'adaptation comportementale et, dans certains cas, il réduit le risque de maladie et l'utilisation d'antimicrobiens.**
- 5. De nouveaux instruments, comme les substances apaisantes pour bovins, sont prometteurs, mais des études doivent en évaluer leurs effets pratiques sur le stress pendant la transition du sevrage.**

Dans l'optique de l'atténuation des effets du sevrage sur le bien-être et la productivité des veaux de boucherie, nous avons examiné diverses stratégies de gestion. Ces stratégies possibles concernent des décisions relatives à l'âge du sevrage, à l'environnement nutritionnel et social avant et après le sevrage, et à l'emploi d'outils ou d'interventions complémentaires, comme la séparation temporaire, le traitement aux phéromones, ou des programmes de préconditionnement.

5.4.1 Âge du sevrage

L'âge du sevrage joue un rôle crucial dans la réponse immédiate au stress et la productivité à long terme. Des études ont montré de façon constante que le sevrage précoce est associé à une détresse comportementale et physiologique plus élevée. À titre d'exemple, de Souza Teixeira et coll. (2021a) ont comparé 36 veaux de boucherie, sevrés à l'âge de 30, 75 ou 180 jours (12 veaux par groupe) et ont constaté que les veaux sevrés à 30 jours exprimaient davantage de comportements de stress, comme l'augmentation des vocalisations, des déplacements et des tétés entre veaux, ainsi qu'une fréquence respiratoire et des taux de cortisol élevés. Les réponses au stress se sont vérifiées dans une étude de suivi réalisée par de Souza Teixeira et coll. (2021b), qui a montré que les veaux sevrés à 30 et 75 jours présentaient des marqueurs d'inflammation et de stress plus grands et plus prolongés, notamment un taux de cortisol, une concentration de fibrinogène plasmatique et des rapports neutrophiles-lymphocytes plus élevés, que ceux sevrés à 180 jours. Ces résultats indiquent dans leur ensemble que le sevrage précoce, particulièrement avant trois mois, peut mettre en péril le bien-être et la résilience du veau.

Ajoutons qu'un sevrage retardé au-delà des délais classiques pourrait se révéler avantageux. Freeman et coll. (2021) ont évalué des veaux restés avec leur mère pendant 49 jours après l'âge de sevrage habituel, qui est de 7 mois. Bien que les deux groupes aient été sevrés abruptement, ceux sevrés plus tard avaient un gain moyen quotidien supérieur dans les 42 jours suivant la séparation par rapport aux veaux sevrés antérieurement. Malgré cet avantage en matière de

rendement, les veaux sevrés ultérieurement présentaient, immédiatement après le sevrage, des niveaux de vocalisation et d'activité égaux à ceux de l'autre groupe, ce qui indique des niveaux de détresse comportementale similaires. Enfin, le rendement des deux groupes à la finition était comparable, ce qui signifierait que le sevrage tardif peut améliorer la croissance après le sevrage, à condition que l'état de la vache et le fourrage disponible soient adéquats. Lambertz et coll. (2014), qui ont comparé des veaux sevrés à 6 et 8 mois, ont observé que les veaux sevrés abruptement et séparés et éloignés à l'âge de 6 mois vocalisaient, se tenaient debout et marchaient plus, et qu'ils restaient moins en position allongée pendant les jours suivant la séparation que ceux sevrés à 8 mois, ce qui indique une réponse comportementale au stress plus forte. Bien que le gain moyen quotidien après le sevrage ne diffère pas, les veaux sevrés à 8 mois affichaient une croissance plus grande entre 6 et 8 mois, ce qui appuie l'hypothèse d'avantages potentiels du sevrage tardif en matière de production.

Lambertz et coll. (2015) ont évalué en quoi l'âge du sevrage et celui de la castration à la pince Burdizzo en cas de sevrage abrupt agissaient sur le comportement, la physiologie et le rendement des veaux de boucherie âgés de 6 à 7 mois. Dans un plan factoriel 2×2 , les veaux étaient soit castrés et sevrés simultanément à la semaine 0, soit castrés à la semaine 0 et sevrés 4 semaines plus tard, soit conservés intacts et sevrés à la semaine 0 ou la semaine 4. Le jour 1 après le sevrage, les vocalisations étaient significativement plus élevées chez les veaux sevrés à la semaine 0 comparativement à ceux sevrés à la semaine 4. De plus, les veaux sevrés à la semaine 0 passaient moins de temps en position allongée et plus de temps debout ou à marcher, ce qui montre l'augmentation de leur stress comportemental. Le gain moyen quotidien était supérieur pendant les 3 semaines suivant le sevrage chez les veaux sevrés le plus tôt, mais diminuait dans les semaines 4 à 7, pour devenir inférieur à celui des veaux sevrés ultérieurement. Les taux d'haptoglobine déclinaient au fil du temps dans tous les groupes, sans aucun effet mesurable de la castration ni de l'âge du sevrage. L'étude n'a pas constaté d'effets comportementaux ou physiologiques supplémentaires quand la castration et le sevrage étaient simultanés. Ces résultats montrent que le sevrage a des répercussions plus marquées sur le comportement et le rendement des veaux que la castration à la pince Burdizzo et que l'exécution simultanée des deux procédures n'exacerbe pas les réponses au stress.

Les conclusions des études citées démontrent que le sevrage précoce augmenterait les indicateurs comportementaux et physiologiques de la détresse, tandis que le sevrage tardif favoriserait la croissance et faciliterait la transition vers une alimentation solide.

5.4.2 Supplémentation alimentaire avant le sevrage

Les stratégies nutritionnelles précédant le sevrage peuvent influencer sur la productivité et les réponses physiologiques au stress de la séparation maternelle. Campistol et coll. (2016) ont mesuré si une supplémentation riche en fibre pendant 7 jours avant le sevrage influait sur la réponse physiologique au stress et la croissance de bouvillons sevrés soit par une séparation par la clôture, soit par une séparation totale. Bien que tous les bouvillons aient pris du poids et présentaient des niveaux réduits d'interféron gamma le jour du sevrage, ceux ayant reçu une supplémentation avaient des rapports neutrophiles-lymphocytes plus élevés et avaient tendance à présenter des concentrations élevées de cortisol et de céruloplasmine, ce qui indique une réponse en phase aiguë plus prononcée. Après le sevrage, les bouvillons sevrés abruptement n'ayant pas reçu de supplémentation perdaient du poids et affichaient des niveaux de cortisol plus élevés que

les bouvillons nourris avec des suppléments. De plus, du jour 14 au jour 35 après le sevrage, les bouvillons sevrés par la clôturation qui n'avaient pas reçu de supplémentation prenaient moins de poids que tous les autres groupes. Ces résultats indiquent que la supplémentation à court terme avant le sevrage atténuerait les effets nuisibles de la séparation maternelle sur les veaux. Reis et coll. (2015) ont examiné si le fait de fournir une alimentation complémentaire en enclos à des génisses pendant la phase d'allaitement influait sur la croissance à long terme et le développement des organes reproducteurs. Les génisses qui continuaient de téter tout en ayant accès à volonté à un supplément à base de maïs pendant 50 jours avaient un gain moyen quotidien plus important et des concentrations plus élevées de glucose et d'IGF-1 dans le plasma à la fin de la période de supplémentation. De plus, l'expression génique dans leurs tissus adipeux et leur foie, qui est associée à la croissance et au métabolisme, différait. Ces avantages en début de période ne causaient toutefois pas de différences dans les résultats finaux en matière de poids corporel, d'âge de la puberté et de reproduction.

Le logement des paires vache-veau et la gestion de leur nutrition avant le sevrage peuvent aussi influencer sur les résultats à court et long terme pour la vache et le veau. Myerscough et coll. (2022) ont logé des paires vache-veau soit dans des parcs d'élevage en les nourrissant d'une ration totale mélangée à base d'ensilage de maïs, soit dans des pâturages broutés en rotation à partir du jour 81 post-partum jusqu'à la fin du sevrage par la clôturation à 110 jours, pour évaluer les effets du logement sur l'état de la vache et le rendement du veau. Chez les vaches gérées et nourries dans des parcs d'élevage, le poids corporel, la cote de chair et la production de lait au moment du sevrage étaient supérieurs à ceux des vaches mises au pâturage. De plus, leurs veaux étaient plus lourds et avaient un gain moyen quotidien supérieur avant le sevrage. Par ailleurs, au sevrage et pendant la période suivant l'arrivée au parc d'engraissement, les veaux qui avaient été mis au pâturage vocalisaient et marchaient davantage, deux comportements indiquant un stress comportemental plus élevé, tandis que les veaux qui avaient été logés dans un parc d'élevage étaient plus actifs avant le sevrage et vocalisaient plus après le transport. Malgré un gain moyen quotidien supérieur et une tendance à avoir une meilleure efficacité alimentaire dans les 42 jours suivant le sevrage, les veaux qui avaient été mis au pâturage restaient plus légers que les veaux du parc d'élevage. Le rendement reproductif des vaches était identique dans les deux types de logement.

5.4.3 *Gestion de la nutrition après le sevrage*

La nutrition apportée après le sevrage peut considérablement influencer le rendement des vaches et des veaux en fonction du moment du sevrage. Jaeger et coll. (2022) ont comparé des stratégies de sevrage précoce (à l'âge de 153 jours) et classique (à 209 jours) appliquées à des paires vache-veau gérées soit en milieu confiné avec une alimentation à base de concentrés, soit au pâturage sans supplémentation. Les veaux qui restaient avec leur mère et recevaient des concentrés en milieu confiné avaient le gain moyen quotidien le plus élevé pendant la période étudiée, suivis par les veaux sevrés nourris de concentrés en milieu confiné. En revanche, les veaux sevrés mis au pâturage avaient les gains de poids les plus faibles, et les veaux qui restaient avec leur mère au pâturage présentaient une croissance intermédiaire. Chez les vaches aussi, les résultats étaient variables : les vaches du groupe à sevrage précoce qui restaient au pâturage perdaient moins de poids corporel et conservaient de la graisse sur la croupe, tandis que les vaches du groupe à sevrage précoce hébergées en milieu confiné perdaient la plus grande partie de leur état de chair. Moriel et coll. (2014) ont examiné le sevrage précoce à l'âge de 72 jours

chez des génisses croisées Brahmanes × British soumises à trois stratégies post-sevrage : (1) nourries de concentrés jusqu'à 180 jours, (2) nourries de concentrés jusqu'à 90 jours puis mises au pâturage, ou (3) mises au pâturage jusqu'à 180 jours. Elles étaient comparées à des génisses sevrées de façon classique et laissées avec leur mère jusqu'à l'âge de 180 jours. Les génisses nourries de concentrés jusqu'à 180 jours étaient les plus lourdes pendant toute la durée de l'étude, celles nourries de concentrés puis mises au pâturage à 90 jours atteignaient des poids corporels similaires à ceux des génisses sevrées de façon classique au jour 180. Les génisses sevrées précocement nourries de concentrés avaient, elles aussi, un gain moyen quotidien supérieur et une expression plus élevée d'IGF-1 dans le foie, et atteignaient la puberté plus vite. Ces résultats montreraient que la supplémentation en concentrés de l'alimentation des veaux sevrés précocement améliore la croissance et le développement des organes reproductifs comparativement aux veaux mis au pâturage et sevrés de façon classique; cependant, les données sur les effets à moyen et long terme de ces stratégies de nutrition sur la santé et le bien-être sont limitées.

5.4.4 Séparation vache-veau temporaire et manipulation avant le sevrage

Le stimulus de l'allaitement tout comme la présence du veau sont des facteurs importants de prolongation de l'ancestrus post-partum chez les vaches de boucherie. Le sevrage temporaire, consistant en périodes brèves de séparation ou en l'utilisation de caveçons, a été étudié à la fois comme stratégie d'amélioration de l'efficacité reproductive et comme moyen de réduire le stress du sevrage. Pérez-Torres et coll. (2016) ont évalué les réponses comportementales et physiologiques de veaux et de vaches à une séparation temporaire durant 24, 48 ou 72 heures au jour 25 et 45 post-partum. Quand la durée de la séparation augmentait, les vaches vocalisaient moins, passaient moins de temps près de la clôture et avaient des taux de cortisol et une perte de poids moins élevés. Les veaux aussi semblaient avoir une réponse au stress plus faible quand la séparation se produisait au jour 45 par rapport au jour 25. Si les vaches exprimaient moins de réponses comportementales globalement, les taux de cortisol étaient les plus élevés chez les vaches séparées de leur veau pendant 72 jours, 25 jours post-partum, comparativement à celles séparées pendant 24 ou 48 heures au même âge, ce qui indiquerait que la séparation prolongée à un âge précoce augmenterait le stress physiologique chez la mère. Pour ce qui est du stress du sevrage, Hötzel et coll. (2012) ont examiné si l'expérience antérieure d'un sevrage temporaire améliorerait les réponses du veau au sevrage en deux étapes avec caveçon. Les veaux étaient divisés en 2 groupes : ceux portant un caveçon pendant 13 jours à l'âge de 10 semaines environ et ceux autorisés à continuer de téter. Ultérieurement, tous les veaux étaient sevrés au moyen d'un processus en deux étapes, comprenant la pose d'un caveçon, suivie d'une séparation permanente. Les veaux qui avaient porté auparavant un caveçon se sont adaptés plus rapidement pendant la période d'application du dispositif pour le sevrage et montraient moins de signes de détresse après la séparation, notamment moins de vocalisations et un retour plus rapide au broutage. Soulignons que l'utilisation du caveçon ne semblait pas causer d'aversion à sa deuxième application, malgré les préoccupations concernant les lésions nasales, ce qui indique que les veaux toléraient le fait d'être équipés de nouveau du dispositif. Ces résultats montrent que la familiarisation avec des méthodes de sevrage temporaire améliorerait l'adaptation comportementale pendant le sevrage final. Des conclusions similaires sont rapportées par Pérez et coll. (2017), qui ont évalué les effets de la séparation de paires vache-veau *Bos indicus* pendant 24, 48 ou 72 heures au jour 25 et 45 post-partum. Comparativement aux veaux toujours

allaités, ceux soumis à la privation de leur mère montraient moins de signes de détresse au moment du sevrage final à l'âge de 150 jours. Ces veaux vocalisaient moins, passaient plus de temps à brouter et avaient des taux de cortisol plus bas dans les jours suivant le sevrage. À 270 jours, les veaux séparés auparavant pendant 48 ou 72 heures étaient plus lourds que les veaux témoins, ce qui indique une meilleure croissance post-sevrage. D'après tous ces résultats, l'application de stratégies de séparation maternelle temporaire pourrait réduire les signes de détresse comportementale pendant le sevrage final.

5.4.5 *Durée entre le sevrage et le transport*

L'intervalle entre le sevrage et le transport peut considérablement influencer la santé, le comportement et le rendement du veau. Taylor et coll. (2020) ont montré que des veaux âgés de 7 à 8 mois transportés au moment du sevrage ou dans les 7 jours suivants présentaient le gain moyen quotidien le plus faible et la morbidité la plus élevée, quelle que soit la méthode de sevrage, comparativement à des veaux dont le transport a lieu 28 jours après le sevrage. Par ailleurs, Wiese et coll. (2016) ont étudié l'incidence du moment du sevrage par rapport au transport sur les réponses comportementales au stress et la prise alimentaire. Les veaux sevrés abruptement le jour du transport présentaient les signes comportementaux de stress les plus élevés à leur arrivée au parc d'engraissement, notamment une augmentation de la locomotion et des durées réduites passées en position allongée, par rapport aux veaux sevrés 5 jours auparavant, qu'ils aient été sevrés abruptement ou par une méthode en deux étapes. Malgré ces différences comportementales, l'ingestion de matière sèche pendant la période suivant l'arrivée au parc d'engraissement ne différait pas entre les 2 groupes. Les données probantes montrent que le fait de dissocier le sevrage du transport améliore significativement le bien-être des veaux.

5.4.6 *Moment de la vaccination*

Le moment de la vaccination par rapport au sevrage peut agir à la fois sur les réponses immunitaires et sur le rendement du veau. Schumacher et coll. (2019) ont comparé 3 stratégies de vaccination sur des veaux préconditionnés pendant 30 jours, qui comprenaient toutes 2 doses de vaccin contre le complexe respiratoire bovin (CRB) administrées à 30 jours d'intervalle : soit au sevrage puis à l'arrivée au parc d'engraissement, soit 15 jours avant le sevrage et l'arrivée au parc d'engraissement, soit 15 jours après chaque événement. Chez les veaux vaccinés avant le sevrage et avant leur entrée dans le parc d'engraissement, les réponses anticorps étaient plus fortes pour tous les pathogènes respiratoires mesurés et l'incidence du CRB était plus faible. Le poids corporel et les caractéristiques de la carcasse ne différaient pas selon le groupe. Dans une étude similaire qui évaluait ces mêmes stratégies de vaccination, Lippolis et coll. (2016b) ont constaté que les veaux vaccinés 15 jours avant le sevrage et avant l'arrivée au parc d'engraissement présentaient des concentrations d'anticorps plus élevées à l'arrivée au parc d'engraissement. Ces veaux prenaient moins de poids avant le sevrage, mais ils enregistraient un gain moyen quotidien supérieur après leur arrivée au parc d'engraissement comparativement à ceux vaccinés au sevrage ou 15 jours après chaque événement, ce qui indique probablement une croissance compensatrice. Le poids corporel global, la prise alimentaire et les résultats sanitaires après l'arrivée ne différaient pas selon le groupe. De plus, Silva et coll. (2018) ont examiné l'effet du moment de la vaccination sur la gestion de la nutrition. Dans leur étude par plan factoriel 2×2 , les veaux étaient vaccinés soit avant le sevrage (14 jours avant et au sevrage), soit après le sevrage (7 et 21 jours après le sevrage), puis ils recevaient des suppléments de

concentrés soit chaque jour, soit 3 fois par semaine. Les veaux vaccinés avant le sevrage et recevant une supplémentation 3 fois par semaine présentaient le gain moyen quotidien le plus faible, tandis que ceux vaccinés après le sevrage et recevant une supplémentation tous les jours avaient le gain moyen quotidien le plus élevé. La vaccination antérieure au sevrage augmentait le taux de cortisol et d'haptoglobine dans le plasma et elle réduisait les titres d'anticorps sériques contre le virus parainfluenza 3, ce qui indique une réponse inflammatoire plus forte et une réponse immunitaire à médiation humorale plus faible. De plus, la supplémentation occasionnelle était associée à un taux de cortisol élevé et des titres d'antibiotiques plus bas contre le virus de la diarrhée virale bovine de type 1. Ces études montrent dans leur ensemble que la vaccination des veaux avant le sevrage peut améliorer les réponses immunitaires et réduire le risque de maladie, mais qu'elle nuit à la croissance sauf si elle est accompagnée d'une supplémentation nutritionnelle de qualité, fournie de façon régulière.

5.4.7 Préconditionnement

Les programmes de préconditionnement, comprenant généralement plusieurs des stratégies de gestion citées plus haut – comme le sevrage des veaux plusieurs semaines avant le transport, associé à la vaccination, la vermifugation et la transition vers une alimentation semblable à celle du parc d'engraissement – sont conçus pour améliorer les résultats sanitaires et le rendement. Cependant, leur efficacité est parfois en fonction des pratiques de gestion, du logement et des conditions après l'arrivée.

Vanbergue et coll. (2024) ont évalué un protocole de préconditionnement sur 9 troupeaux commerciaux, dans lesquels les jeunes taureaux étaient sevrés à l'intérieur de 50 jours avant le transport, vaccinés 2 fois contre les maladies respiratoires, vermifugés et passés à une alimentation à base de concentrés. Les veaux témoins étaient maintenus au pâturage avec leur mère jusqu'au jour du transport et ne recevaient pas d'intervention. Les veaux préconditionnés présentaient une morbidité et une incidence de CRB plus élevées pendant la période de préconditionnement, probablement parce qu'ils étaient logés à l'intérieur et, par conséquent, plus exposés aux pathogènes. À leur arrivée au parc d'engraissement, les résultats sanitaires des 2 groupes étaient identiques. De plus, les veaux préconditionnés, qui avaient été exposés et adaptés antérieurement à l'alimentation à base de concentrés, présentaient un gain moyen quotidien supérieur pendant les 50 jours de la phase de préconditionnement. Les résultats à long terme, comme le poids corporel final, le poids de la carcasse, et les jours d'engraissement ne différaient toutefois pas selon le groupe, ce qui indiquerait des gains compensateurs. Dans une étude évaluant les 40 premiers jours au parc d'engraissement, Mijar et coll. (2023) ont évalué la santé et le rendement dans des enclos de parc d'engraissement contenant différentes proportions des veaux préconditionnés et issus d'encans. La morbidité la plus faible a été observée dans les enclos contenant seulement des veaux préconditionnés, et les individus préconditionnés étaient moins susceptibles de contracter le CRB et d'être traités pour cela que les animaux issus des encans pré-triés. Les veaux issus des encans prenaient plus de poids pendant la période d'essai de 40 jours, quelle que soit la composition de l'enclos, probablement car les animaux de ce groupe avaient au départ un poids corporel moins élevé et étaient donc plus susceptibles d'avoir des gains compensateurs. De façon intéressante, les veaux des enclos contenant seulement 25 % d'individus préconditionnés présentaient à la fois la morbidité la plus élevée et le gain moyen quotidien le plus grand, ce que les auteurs expliquent par les interactions entre l'utilisation d'antimicrobiens et l'amélioration du rendement.

Il a été montré que le préconditionnement permettait de gérer la distribution des comportements dans le temps de façon plus favorable après l'arrivée au parc d'engraissement. Hodder et coll. (2023) ont constaté que les veaux préconditionnés passaient plus de temps à se nourrir et moins de temps inactifs pendant les 7 jours suivant leur arrivée au parc d'engraissement, comparativement aux veaux issus d'encans et aux veaux issus de fermes. Ces tendances se maintenaient partiellement, même quand les veaux préconditionnés étaient mis en contact avec des veaux issus d'encans, bien que le temps d'alimentation diminue légèrement quand la proportion de veaux issus d'encans augmente. De plus, le comportement de rumination ne différait pas selon le groupe. Mijar et coll. (2024) ont employé des capteurs de comportement et l'analyse du cortisol dans les poils pour évaluer le stress et l'adaptation dans les mêmes groupes de bouvillons préconditionnés, pré-triés et issus d'encans (Mijar et coll., 2023) sur 6 semaines, dans un parc d'engraissement. De façon constante, les bouvillons préconditionnés passaient plus de temps à s'alimenter, à ruminer et à être actifs, et moins de temps sans activité pendant les 3 premières semaines, quel que soit l'état de contact avec les autres. Ces tendances comportementales indiquent une acclimatation plus rapide, bien que les taux de cortisol, l'incidence des maladies et la croissance soient identiques dans tous les groupes.

L'ensemble de ces études montrent qu'un programme de préconditionnement ne vaut que par les pratiques de gestion qui le composent. Le préconditionnement n'améliore pas nécessairement la croissance dans le début de la période au parc d'engraissement, mais il améliore l'adaptation comportementale et, dans certains cas, réduit le risque de maladie et l'utilisation d'antimicrobiens.

5.4.8 Phéromones

Les produits à base de phéromones, comme les substances apaisantes pour bovins, ont été étudiés, comme méthode non invasive d'atténuation du stress et de soutien à l'adaptation pendant le sevrage et la période de préconditionnement. Ces analogues synthétiques, qui imitent les phéromones maternelles naturelles, peuvent influencer le comportement, la fonction immunitaire et la croissance. Schubach et coll. (2020) ont évalué l'application d'une substance apaisante pour bovins au sevrage en surveillant le stress, le comportement et le rendement chez des veaux de boucherie sevrés abruptement, sur une période de préconditionnement de 42 jours. Les veaux traités présentaient un gain moyen quotidien supérieur pendant les 28 premiers jours et une prise alimentaire plus grande pendant la semaine suivant le sevrage. De plus, les veaux traités exprimaient davantage des comportements d'alimentation, sociaux et de jeu. Ils avaient aussi un taux d'haptoglobine et de cortisol dans les poils plus bas, une vitesse de sortie du couloir de contention plus faible, et des réponses anticorps induites par la vaccination plus fortes, comparativement aux individus témoins non traités. De même, Vieira et coll. (2023) ont étudié l'utilisation d'une substance apaisante pour bovins sur des veaux Nellore sevrés abruptement. Par rapport aux individus ayant reçu une solution saline, les animaux traités présentaient moins de signes comportementaux et physiologiques de stress, notamment une vitesse de sortie du couloir de contention moins élevée, des vocalisations inférieures et des taux de cortisol sérique plus bas. De plus, ils passaient plus de temps à brouter, s'alimenter, marcher, ruminer et jouer, et avaient des concentrations sériques plus élevées de titres d'antibiotiques contre le virus parainfluenza 3 et contre le virus de la diarrhée virale bovine de type 1. Par ailleurs, Kvamme et coll. (2024) ont évalué les effets d'applications répétées de substance apaisante pour bovins pendant un programme de préconditionnement de 42 jours, après lequel les animaux étaient

transportés au parc d'engraissement. Le gain moyen quotidien, le poids corporel final et l'efficacité alimentaire ne différaient pas selon le groupe de traitement, mais les veaux traités présentaient des taux d'haptoglobine plasmatique inférieurs les jours 3 et 7 après leur arrivée au parc d'engraissement, des niveaux d'acides gras non estérifiés réduits le jour 3, et une vitesse de sortie plus faible à plusieurs points dans le temps, comparativement aux animaux ayant reçu un placebo.

D'autres recherches se sont penchées sur l'utilisation de substances apaisantes pour bovins administrées à l'arrivée au parc d'engraissement. Pickett et coll. (2024) ont constaté que l'application d'une substance apaisante pour bovins à des individus tout juste sevrés présentant un risque élevé à leur arrivée au parc d'engraissement et au jour 14 après leur arrivée diminuait les taux de cortisol dans les poils, la prévalence des mycoplasmes dans le microbiote nasal, et la mortalité associée au CRB, comparativement au groupe ayant reçu un placebo. Malgré une incidence du CRB identique dans tous les groupes, les veaux traités par phéromones étaient plus susceptibles de guérir après un seul traitement antibiotique et avaient un gain de poids total selon l'enclos plus élevé. Cooke et coll. (2025) ont observé que l'administration de substance apaisante pour bovins pendant le début du processus et à la réimplantation améliorait la croissance, le poids corporel final, le poids de la carcasse chaude et la prise alimentaire, par rapport à des individus ayant reçu un placebo. De plus, les animaux traités présentaient une morbidité et une mortalité due au CRB inférieures dans une des expériences.

D'après ces études, les substances apaisantes pour bovins pourraient réduire les indicateurs comportementaux et physiologiques du stress, améliorer la réponse immunitaire et favoriser l'adaptation pendant le sevrage et la période de préconditionnement. De nouvelles recherches doivent cependant valider ces résultats en examinant différents produits mis sur le marché ou expérimentaux dans des conditions canadiennes, et évaluer la rentabilité desdits produits.

5.4.9 Intégration d'une vache de facilitation sociale

Nickles et coll. (2020) se sont intéressés à la présence d'une vache de facilitation sociale au milieu de veaux sevrés abruptement au pâturage, pour voir si elle pouvait faire baisser le comportement de marche et la perte de poids. Des génisses ont été attribuées aléatoirement à chaque répétition, soit à un groupe contenant une vache de facilitation sociale, soit à un groupe témoin sans facilitation sociale. Plusieurs répétitions de l'essai ont été réalisées dans 2 lieux. Les veaux mis en présence d'une vache de facilitation sociale avaient tendance à passer moins de temps à marcher et parcouraient des distances plus courtes le jour du sevrage, mais le poids corporel et le gain moyen quotidien ne différaient pas entre les 2 groupes. Ces conclusions indiqueraient que l'introduction d'une vache adulte non apparentée ne suffit pas à agir de façon significative ni sur le comportement du veau ni sur son rendement, probablement parce que le lien maternel est essentiel dans la modération de la réponse au stress.

5.5 Recherches futures

Malgré les progrès importants des connaissances concernant les effets du sevrage sur le bien-être et le rendement, elles restent lacunaires sur plusieurs points. À l'avenir, la recherche pourrait porter sur la manière dont les différentes combinaisons de méthodes de sevrage et de stratégies de gestion interagissent pour influencer les résultats à long terme, notamment la compétence

immunitaire, le rendement au parc d'engraissement et la qualité de la carcasse. Il faut aussi souligner qu'un bon rendement, mesuré notamment par un gain moyen quotidien élevé, n'est pas toujours synonyme d'un meilleur bien-être ni d'une plus grande résilience. Les études doivent continuer à évaluer les indicateurs comportementaux et physiologiques parallèlement aux mesures de production. Il faudrait aussi plus d'études de terrain pour évaluer la faisabilité économique et pratique des méthodes de sevrage peu stressantes dans différents systèmes de production. Enfin, la recherche doit mesurer les avantages et les limites potentiels des nouvelles stratégies, comme l'utilisation de phéromones, dans des configurations commerciales et déterminer la manière d'intégrer efficacement ces outils dans des programmes de prise en charge de la santé et du bien-être des animaux.

Références

- Alvez P., Quintans G., Hötzel M.J. et Ungerfeld R. (2015) Two-step weaning in beef calves: Permanence of nose flaps for 7 or 21 days does not influence the behaviour response. *Animal Production Science*, vol. 56, n° 5, p. 866-870.
- Bailey E.A., Jaeger J.R., Waggoner J.W., Preedy G.W., Pacheco L.A. et Olson K.C. (2016) Effect of fence-line or drylot weaning on the health and performance of beef calves during weaning, receiving, and finishing. *The Professional Animal Scientist*, vol. 32, n° 2, p. 220-228.
- Beef Cattle Research Council (BCRC) (2024) Résultats de la première enquête canadienne sur la production vache-veau. Disponible à l'adresse : <https://www.beefresearch.ca/fr/blog/2023-canadian-cow-calf-survey-results/>. Consulté le 8 mai 2025.
- Browning P.E. (2023) Evaluation of weaning methods on performance and immune response to vaccination in beef calves. Mémoire de maîtrise ès sciences. Huntsville (Texas) : Sam Houston State University.
- Campistol C., Kattesh H.G., Waller J.C., Rawls E.L., Arthington J.D., Engle T.E., Carroll J.A., Pighetti G.M. et Saxton A.M. (2013) Effects of 2-stage and total versus fenceline weaning on the physiology and performance of beef steers. *The Professional Animal Scientist*, vol. 29, n° 5, p. 501-507.
- Campistol C., Kattesh H.G., Waller J.C., Rawls E.L., Arthington J.D., Carroll J.A., Pighetti G.M. et Saxton A.M. (2016) Effects of pre-weaning feed supplementation and total versus fenceline weaning on the physiology and performance of beef steers. *International Journal of Livestock Production*, vol. 7, n° 8, p. 48-54.
- Cooke R.F., Mackey S.J., de Souza I.S., Mello I.A., Barreto Y.M. et Gouvea V.N. (2025) Administering the maternal appeasing substance to *Bos taurus* and *B. indicus* cattle placed as yearlings in feedlots with different environmental conditions. *Translational Animal Science*, vol. 9, p. txaf022.
- de Paula C., Rennó L.N., Ferreira M.F., Moreira S.S., Martins H.C., Rodrigues I.I., Detmann E., Valadares Filho S.D. et Paulino M.F. (2023) Does parity influence the magnitude of the stress response of Nellore cows at weaning? *Animals*, vol. 13, n° 8, p. 1321.
- de Souza Teixeira O., da Rocha M.K., Alforma A.M., Fernandes V.S., de Oliveira Feijó J., Corrêa M.N., Canozzi M.E., McManus C. et Barcellos J.O. (2021a) Behavioural and physiological responses of male and female beef cattle to weaning at 30, 75 or 180 days of age. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 240, p. 105339.
- de Souza Teixeira O., da Rocha M.K., Sessim A.G., Sartori E.D., da Rosa Y.M., de Oliveira M.C., Lima J.A., Canozzi M.E., Tarouco J.U., de Faria Valle S. et McManus C. (2021b) Weaning at 30, 75 and 180 days: Comparison between immune responses of beef calves. *Research in Veterinary Science*, vol. 138, p. 53-61.

- Freeman S., Poore M., Pickworth C. et Alley M. (2021) Influence of weaning strategy on behaviour, humoral indicators of stress, growth, and carcass characteristics. *Translational Animal Science*, vol. 5, n° 1, p. txaa231.
- Griebel P., Hill K. et Stookey J. (2014) How stress alters immune responses during respiratory infection. *Animal Health Research Reviews*, vol. 15, n° 2, p. 161-165.
- Gubbels E.R., Jaeger J.R., Salverson R.R., Cammack K.M., Grubbs J.K., Underwood K.R., Olson K.C. et Blair A.D. (2023) Case study: Effects of low-stress weaning on calf growth performance and carcass characteristics. *Translational Animal Science*, vol. 7, n° 1, p. txad015.
- Hodder A., Pajor E., van der Meer F., Loudon J., Thompson S. et Orsel K. (2023) Feeding behaviour and activity of beef calves during the first week at the feedlot: Impact of calf source and commingling ratios. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 258, p. 105810.
- Hodgson P.D., Aich P., Stookey J., Popowych Y., Potter A., Babiuk L. et Griebel P.J. (2012) Stress significantly increases mortality following a secondary bacterial respiratory infection. *Veterinary Research*, vol. 43, p. 1-2.
- Hötzel M.J., Quintans G. et Ungerfeld R. (2012) Behaviour response to two-step weaning is diminished in beef calves previously submitted to temporary weaning with nose flaps. *Livestock Science*, vol. 149, n° 1-2, p. 88-95.
- Jaeger J.R., Preedy G.W., Waggoner J.W., Harmony K.R. et Olson K.C. (2022) Effects of early or conventional weaning on beef cow and calf performance in pasture or drylot environments. *Translational Animal Science*, vol. 6, n° 2, p. txac052.
- Kirk A.A. et Tucker C.B. (2023) Development and application of a scoring system for septum injuries in beef calves with and without a nose flap. *Translational Animal Science*, vol. 7, n° 1, p. txad075.
- Kvamme K., Marques R.S., Alves Cruz V., Limede Cintra A., Ogg M.A., McCoski S.R., Posbergh C.J., Bradbery A.N., Mercadante V.R., Mackey S.J. et Pickett A.T. (2024) Multiple administrations of bovine-appeasing substance during a 42-d preconditioning program followed by feedlot receiving and its effects on physiologic, health, and performance responses of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 102, p. skae151.
- Lambertz C., Bowen P.R., Erhardt G. et Gauly M. (2014) Effects of weaning beef cattle in two stages or by abrupt separation on nasal abrasions, behaviour, and weight gain. *Animal Production Science*, vol. 55, n° 6, p. 786-792.
- Lambertz C., Farke-Röver A. et Gauly M. (2015) Effects of sex and age on behaviour and weight gain in beef calves after abrupt weaning. *Animal Science Journal*, vol. 86, n° 3, p. 345-350.
- Lippolis K.D., Ahola J.K., Mayo C.E., Fischer M.C. et Callan R.J. (2016a) Effects of two-stage weaning with nose flap devices applied to calves on cow body condition, calf performance, and calf humoral immune response. *Journal of Animal Science*, vol. 94, n° 2, p. 816-823.

Lippolis K.D., Cooke R.F., Schubach K.M., Brandão A.P., da Silva L.G. et Marques R.S. et Bohnert D.W. (2016b) Altering the time of vaccination against respiratory pathogens to enhance antibody response and performance of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 94, n° 9, p. 3987-3995.

Mac S.E., Lomax S., Doughty A.K., Thomson P.C. et Clark C.E. (2024) The impact of abrupt and fenceline-weaning methods on cattle stress response, live weight gain, and behaviour. *Animals*, vol. 14, n° 11, p. 1525.

Mijar S., van der Meer F., Pajor E., Hodder A., Louden J.M., Thompson S. et Orsel K. (2023) Impacts of commingling preconditioned and auction-derived beef calves on bovine respiratory disease related morbidity, mortality, and weight gain. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 10, p. 1137078.

Mijar S., van der Meer F., Hodder A., Pajor E. et Orsel K. (2024) Behavioural activity patterns but not hair cortisol concentrations explain steers' transition-related stress in the first 6 wk in the feedlot. *Journal of Animal Science*, vol. 102, p. skae236.

Mijar S. (2025) Preconditioning and weaning beef cattle: impacts on health and behaviour of beef calves and cows and the stakeholders' perspectives. Thèse de doctorat. Calgary (Alberta) : University of Calgary.

Moggy M.A., Pajor E.A., Thurston W.E., Parker S., Greter A.M., Schwartzkopf-Genswein K.S., Campbell J.R. et Windeyer M.C. (2017) Management practices associated with stress in cattle on western Canadian cow-calf operations: A mixed methods study. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 4, p. 1836-1844.

Moriel P., Johnson S.E., Vendramini J.M., Mercadante V.R., Hersom M.J. et Arthington J.D. (2014) Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*, vol. 92, n° 7, p. 3096-3107.

Myerscough M.E., Neira L.T., Sexton K.H., Hofer L.S., Trennepohl K.M., Meteer W.T., Chapple W.P., McCann J.C. et Shike D.W. (2022) Effects of housing beef cow-calf pairs on drylot or pasture in the Midwest on production parameters and calf behaviour through feedlot receiving. *Journal of Animal Science*, vol. 100, n° 1, p. skab357.

Nickles K.R., Relling A.E., Moraes L.E. et Parker A.J. (2020) The effect of a social facilitator cow on the distance walked and time spent walking by abruptly weaned beef calves. *Animal Production Science*, vol. 61, n° 6, p. 596-601.

Pérez-Torres L., Orihuela A., Corro M., Rubio I., Alonso M.A. et Galina C.S. (2016) Effects of separation time on behavioural and physiological characteristics of Brahman cows and their calves. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 179, p. 17-22.

Pérez L.I., Orihuela A., Galina C.S., Rubio I., Corro M., Cohen A. et Hernández A. (2017) Effect of different periods of maternal deprivation on behavioural and cortisol responses at weaning and subsequent growth rate in zebu (*Bos indicus*) type cattle. *Livestock Science*, vol. 197, p. 17-21.

Pickett A.T., Cooke R.F., de Souza I.S. et Mackey S.J. (2024) Administering the maternal bovine appeasing substance improves overall productivity and health in high-risk cattle during a 60-d feedlot receiving period. *Journal of Animal Science*, vol. 102, p. skae221.

Reis M.M., Cooke R.F., Cappellozza B.I., Marques R.S., Guarnieri Filho T.A., Rodrigues M.C., Bradley J.S., Mueller C.J., Keisler D.H., Johnson S.E. et Bohnert D.W. (2015) Creep-feeding to stimulate metabolic imprinting in nursing beef heifers: Impacts on heifer growth, reproductive and physiological variables. *Animal*, vol. 9, n° 9, p. 1500-1508.

Schubach K.M., Cooke R.F., Daigle C.L., Brandão A.P., Rett B., Ferreira V.S., Scatolin G.N., Colombo E.A., D'Souza G.M., Pohler K.G. et Cappellozza B.I. (2020) Administering an appeasing substance to beef calves at weaning to optimize productive and health responses during a 42-d preconditioning program. *Journal of Animal Science*, vol. 98, n° 9, p. skaa269.

Schumacher T.F., Cooke R.F., Brandão A.P., Schubach K.M., De Sousa O.A., Bohnert D.W. et Marques R.S. (2019) Effects of vaccination timing against respiratory pathogens on performance, antibody response, and health in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 97, n° 2, p. 620-630.

Schwartzkopf-Genswein K., Stookey J., Berg J., Campbell J., Haley D., Pajor E. et McKillop I. (2012) *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins de boucherie : Revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires*. Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage.

Silva P.R., Mezzomo R., Neta E.R., Sousa T.S., da Silva Sousa L., Almeida M.R., da Silva T.R., Vasconcelos A.D., Batista E.D., Alves K.S. et de Oliveira L.R. (2023) Post-weaning performance of Nellore calves subject to different weaning methods. *Animal Production Science*, vol. 63, n° 15, p. 1525-1533.

Silva G.M., Poore M.H., Ranches J. et Moriel P. (2018) Effects of timing of vaccination relative to weaning and post-weaning frequency of energy supplementation on growth and immunity of beef calves. *Journal of Animal Science*, vol. 96, n° 1, p. 318-330.

Stěhulová I., Valníčková B., Šárová R. et Špinka M. (2017) Weaning reactions in beef cattle are adaptively adjusted to the state of the cow and the calf. *Journal of Animal Science*, vol. 95, n° 3, p. 1023-1029.

Taylor J.D., Gilliam J.N., Mourer G. et Stansberry C. (2020) Comparison of effects of four weaning methods on health and performance of beef calves. *Animal*, vol. 14, n° 1, p. 161-170.

Ungerfeld R., Hötzel M.J. et Quintans G. (2014) Changes in behaviour, milk production and bodyweight in beef cows subjected to two-step or abrupt weaning. *Animal Production Science*, vol. 55, n° 10, p. 1281-1288.

Ungerfeld R., Quintans G. et Hötzel M.J. (2016) Minimizing cows' stress when calves were early weaned using the two-step method with nose flaps. *Animal*, vol. 10, n° 11, p. 1871-1876.

Valente T.S., Ruiz L.R., Macitelli F. et Paranhos da Costa M.J. (2022) Nose-flap devices used for two-stage weaning produce wounds in the nostrils of beef calves: case report. *Animals*, vol. 12, n° 11, p. 1452.

Vanbergue E., Assié S., Mounaix B., Guiadeur M., Robert F., Andrieu D., Cebren N., Meyer G., Philibert A. et Foucras G. (2024) Comparison between a complete preconditioning programme and conventional conduct on behaviour, health and performance of young bulls from small cow-calf herds. *Animal*, vol. 18, n° 6, p. 101169.

Vieira D.G., Vedovatto M., Fernandes H.J., Lima E.D., D'Oliveira M.C., Curcio U.D., Ranches J., Ferreira M.F., Sousa O.A., Cappellozza B.I. et Franco G.L. (2023) Effects of an appeasing substance application at weaning on growth, stress, behaviour, and response to vaccination of *bos indicus* calves. *Animals*, vol. 13, n° 19, p. 3033.

Wiese B.I., Hendrick S., Stookey J.M., Schwartzkopf-Genswein K.S., Li S., Plaizier J.C. et Penner G.B. (2016) The effect of weaning regimen on behavioural and production responses of beef calves. *The Professional Animal Scientist*, vol. 32, n° 2, p. 229-235.