

CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES BISONS : EXAMEN DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE SUR LES QUESTIONS PRIORITAIRES

Octobre 2016

Comité scientifique du code de pratiques pour les bisons

John Church, Ph. D. (président)

Professeur agrégé (titulaire de la chaire de recherche sur les bovins)
Université Thompson Rivers

Jayson Galbraith, Ph. D.

Spécialiste du bison et du wapiti
Alberta Agriculture and Forestry

Rob McCorkell, D.M.V., Ph. D.

Professeur agrégé (espèces sauvages et élevages de gibier)
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Calgary

Fiona C. Rioja-Lang, Ph. D.

Rédactrice de recherche

Mark Silzer (membre d'office)

Association canadienne du bison
Président du Comité d'élaboration du code pour les bisons



REMERCIEMENTS

Le Comité scientifique remercie Murray Woodbury, Wes Olson et Murray Feist pour leur contribution à la préparation du présent rapport. Merci également aux évaluateurs anonymes qui ont commenté le texte et à la rédactrice de recherche Fiona C. Rioja-Lang, qui l'a rédigé.

Le financement de ce projet est assuré par le programme Agri-marketing dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale.

Extrait du mandat du Comité scientifique

CONTEXTE

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

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

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

OBJECTIFS ET BUTS

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

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

Le mandat complet du Comité scientifique est présenté à la page décrivant le processus d'élaboration des codes de pratiques pour le soin et la manipulation des animaux d'élevage du CNSAE, au www.nfacc.ca/processus-delaboration-des-codes#appendix.

Table des matières

1	EFFET DE LA SAISONNALITÉ SUR LES BESOINS NUTRITIONNELS DU BISON	1
1.1	Introduction	1
1.2	Saisonnalité.....	2
1.2.1	Photopériode	4
1.2.2	Physiologie de la saisonnalité	5
1.2.3	Alimentation intensive du bison	5
1.2.4	Alimentation des génisses et des bissonnes matures.....	7
1.3	Carences en nutriments.....	8
1.3.1	Carence en cuivre	8
1.3.2	Carence en phosphore.....	9
1.3.3	Carence en sélénium.....	9
1.3.4	Dépistage des carences et supplémentation.....	10
1.3.5	Vitamines	10
1.4	Recherches futures	11
2	COMPORTEMENT DU BISON	16
2.1	Introduction	16
2.2	Différences comportementales d'une catégorie de bisons à l'autre	16
2.2.1	Mâles.....	17
2.2.2	Femelles	18
	Mères et veaux	18
2.3	Langage corporel	19
2.4	Comportement du bison pendant la manipulation	20
2.5	Vautrement et frottement.....	21
2.6	Litière, ombre et protection contre le vent.....	23
2.7	Recherches futures	23
3	EUTHANASIE À LA FERME	27
3.1	Introduction	27
3.2	Techniques d'euthanasie	27
3.2.1	Manipulation et contention.....	28
3.2.2	Points de repère anatomiques / où tirer	28
3.2.3	Pistolet à projectile captif.....	29
3.2.4	Armes à feu et calibre	29
3.2.5	Euthanasie par injection intraveineuse de médicaments approuvés.....	30

3.2.6	Détermination de la mort.....	30
3.3	Particularités des différentes catégories d’animaux (femelles, mâles, jeunes)	31
3.4	Décision d’euthanasier	31
3.5	Recherches futures	32
4	LA DOULEUR CHEZ LE BISON	43
4.1	Introduction	43
4.2	Reconnaître la douleur et savoir quand intervenir.....	44
4.3	Quelles sont les interventions douloureuses pour le bison?	44
4.3.1	Écornage	44
4.3.2	Marquage et identification de l’animal	45
4.3.3	Castration.....	46
4.3.4	Dystocie	47
4.3.5	Collecte de sperme	48
4.4	Recherches futures	49

1 EFFET DE LA SAISONNALITÉ SUR LES BESOINS NUTRITIONNELS DU BISON

Conclusions

1. **La capacité du bison à gagner en masse musculaire et en graisse varie d'une saison à l'autre. Les changements saisonniers dans le métabolisme des protéines et de l'énergie sont associés plus précisément à la durée du jour (et non à la saison). Le bison utilise différemment son énergie l'hiver en augmentant son temps de broutage et en réduisant son temps de repos.**
2. **Utilisés longtemps, les régimes d'engraissement riches en concentrés (> 80 %) peuvent causer l'acidose ruminale chez le bison.**
3. **Il existe très peu de données scientifiques sur l'alimentation optimale des bisons matures et des génisses. Toutes les études sur la vitesse de métabolisme menées à ce jour portent sur des animaux en croissance. L'incidence de la grossesse et de la lactation sur les besoins énergétiques est mal connue.**
4. **Prévoir un programme d'alimentation avant les périodes de perte de poids est essentiel (pour le gain de poids automnal). Si la saisonnalité nutritionnelle peut optimiser la production, le bison doit toutefois compenser l'été, sans quoi la fertilité du troupeau baissera.**
5. **Les apports recommandés en minéraux sont actuellement fondés sur ceux des bovins. Il faut des chiffres spécifiques au bison. Selon le sol de la région, la qualité de l'eau et la qualité des aliments, des suppléments de minéraux peuvent s'imposer pour éviter les problèmes suivants : faible taux de conception, veaux faibles, morbidité et mortalité accrues, et charge parasitaire supérieure.**

1.1 Introduction

Le bison est devenu un candidat idéal pour l'agriculture durable, surtout dans les régions septentrionales d'Amérique du Nord, grâce à sa capacité à : i) ralentir son métabolisme en réaction au cryostress (Christopherson et coll., 1979a; Christopherson et coll., 1979b), ii) trouver de quoi brouter l'hiver même sous quatre pieds de neige (McHugh 1958) et iii) utiliser de façon efficiente les fourrages de basse qualité (Peden et coll., 1974; Richmond et coll., 1977; Schaefer et coll., 1978; Reynolds et coll., 1982, cité dans Rutley, 1998). Le bison est extrêmement bien adapté aux rigueurs météorologiques de l'hiver : il engraisse à la fin de l'été et au début de l'automne, puis utilise ses réserves d'énergie pour survivre aux hivers froids et neigeux (Klemm, 2009).

Contrairement aux bovins, le bison n'a pas encore vraiment subi de sélection génétique conçue pour favoriser les caractéristiques de production. Parmi les caractéristiques importantes toujours présentes, citons l'adaptabilité saisonnière du bison à son environnement, plus grande que celle des premiers bovins introduits au Canada, arrivés d'Europe en 1541 (Church, 1997). Par ailleurs, le bison

est davantage influencé par la structure sociale et la saison, entre autres facteurs, que les autres ruminants domestiqués (Anderson et Feist, 2015).

Beaucoup de ruminants sauvages des régions tempérées et arctiques ont des cycles saisonniers de métabolisme énergétique fortement développés (McEwan, 1968; Jenkinson et coll., 1975), et les études sur l'ingestion de fourrages, la digestion et le gain de poids vif suggèrent la présence de tels cycles chez le bison et les bovins (Richmond et coll., 1977; Christopherson et coll., 1978, cité dans Christopherson et coll., 1979b). Conserver des réserves d'énergie pendant les périodes présentant souvent une combinaison de cryostress et de rareté de la nourriture dans le milieu naturel pourrait améliorer grandement les chances de survie en contexte difficile (Christopherson et coll., 1979b). Cette saisonnalité de la prise alimentaire basée sur la physiologie est traitée ci-dessous, de même que les meilleures façons de nourrir le bison selon la saison.

1.2 Saisonnalité

Domestiqué assez récemment, le bison présente de nombreux comportements naturels observés chez les animaux sauvages, notamment une prise alimentaire et un niveau d'activité moindres en hiver (Christopherson et coll., 1979b). Les ruminants sauvages modifient leurs activités quotidiennes en fonction des fluctuations saisonnières de la biomasse fourragère et de la température ambiante (Trudel et White, 1981; Hudson et Frank, 1987). Les changements saisonniers dans l'activité fourragère du bison semblent toutefois être liés davantage à la qualité qu'à la biomasse des fourrages (Rutley et Hudson, 2001). Le bison présente clairement une appétence et des besoins énergétiques régis par des cycles saisonniers; ses besoins de maintien et la quantité d'aliments qu'il ingère volontairement culminent en juin et en septembre (Rutley et Hudson, 2001), mois où la qualité des fourrages est la meilleure.

Plusieurs autres ruminants sauvages s'adaptent aux environnements saisonniers grâce à des rythmes bioénergétiques endogènes; ils réduisent volontairement leur prise alimentaire, leur capacité digestive et leur croissance les mois d'hiver (Nordon et coll., 1968). Il est prouvé que les cerfs et les caribous adultes (Wood et coll., 1962; McEwan, 1968) présentent une croissance cyclique caractérisée par un gain de poids l'été suivi d'une perte de poids l'hiver (McEwan et Whitehead, 1970). Une étude sur les changements énergétiques saisonniers chez le renne et le caribou a révélé un apport calorique hivernal inférieur de 35 à 45 % à celui de la période de croissance estivale (McEwan et Whitehead, 1970).

Pareillement, les fourrages de grande qualité consommés par le bœuf musqué (graminées et cypéracées) ne sont disponibles que pendant une brève période l'été (Thing et coll., 1987; Klein et Bay, 1990), l'accès à presque toutes les plantes fourragères pouvant être sérieusement limité par la neige de 8 à 10 mois par année (Jingfors, 1981). Une étude sur la variation saisonnière de la prise alimentaire chez le bœuf musqué (Adamczewski et coll., 1994) a révélé que si le poids corporel et la prise alimentaire chez les bêtes non reproductrices sont manifestement moins saisonniers que chez les femelles reproductrices, ils suggèrent la présence d'un effet photopériodique. Les bœufs musqués reproducteurs et non reproducteurs ont tendance à perdre du poids à la fin de l'hiver et au printemps, puis à le reprendre l'automne et au début de l'hiver. Les bisons matures, comme les autres ruminants indigènes d'Amérique du Nord, perdent en hiver de 10 à 15 % de leur poids pré-hivernal (Christopherson et coll., 1979b).

Les ruminants d'élevage traditionnels, dont les bovins de boucherie, présentent une courbe de croissance caractérisée par une augmentation constante du poids vif. Or ce n'est pas le cas du bison. Le bison grandit généralement de la naissance à 18 mois, âge auquel son métabolisme ralentit jusqu'à l'atteinte d'un niveau de maintien et où l'impératif de croissance chute considérablement, voire disparaît carrément (Rutley, 1998). Ce phénomène peut entraîner une hausse du temps d'alimentation, une baisse de l'indice de consommation et une hausse du coût de gain (Anderson et coll., 1996). La réduction des gains quotidiens l'hiver pourrait s'expliquer par la photopériode et le froid, mais la tolérance au froid du bison suggère que la photopériode a un effet plus marqué (Christopherson et coll., 1979b). L'inactivité naturelle du bison l'hiver comprend apparemment une réduction de la prise alimentaire, même en situation d'abondance de nourriture (Anderson et coll., 1996).

Une variation saisonnière de la prise alimentaire a été observée chez un groupe de bisons en enclos dont la consommation d'aliments a été mesurée en février/mars puis en avril/mai (les 5 derniers jours de chaque période d'ajustement). Il appert que les bisons se nourrissant de granulés de luzerne à volonté consomment moins de matières sèches (g d'aliments par $\text{kg}^{-0,75}$ de poids corporel) en février/mars ($67,6 \text{ g kg}^{-0,75} \pm 6,8$) qu'en avril/mai ($95,21 \text{ g kg}^{-0,75} \pm 9,4$) de la même année (Galbraith et coll., 1998).

Rutley et Hudson (2000) ont démontré l'existence de cycles énergétiques saisonniers chez les bisons en enclos et en pâturage libre et exploré des méthodes d'évaluation du bilan énergétique des bisons en liberté. Ils ont observé que les taux de consommation maximum des bisons d'un an (51 g min^{-1}) étaient inférieurs aux taux combinés des mâles sous-adultes, des femelles adultes et des bisons d'un an (68 g min^{-1}) (Hudson et Frank, 1987, cité dans Rutley et Hudson, 2000). Ces taux baissaient de 41 et 35 g min^{-1} respectivement de juin à septembre. Cette variation saisonnière des taux de consommation était attendue, et ces travaux montrent clairement que les taux culminent pendant la période de croissance; cela dit, les bisons pouvaient consommer jusqu'à $11,9 \pm 1,2 \text{ kg jour}^{-1}$ dans un pâturage d'hiver bien engazonné moyennant des conditions de neige acceptables (Rutley et Hudson, 2000).

Certains suggèrent que la capacité du bison à subsister avec une nourriture de moins bonne qualité que celle des bovins s'explique par l'absence de pratiques de gestion comme la supplémentation, qui auraient pu compromettre sa capacité naturelle à passer l'hiver dans des pâturages (Stanton et coll., 1996). L'évolution l'ayant amené à s'adapter à un environnement où la qualité des aliments baisse considérablement l'hiver, le bison a besoin de relativement peu de ressources pour survivre pendant cette saison comparativement aux bovins. Il doit toutefois compenser en ingérant l'été une quantité d'aliments comparable à ce qu'ingèrent les bovins, sans quoi le taux de fertilité du troupeau baisse (Hauer, 2005). Une bonne planification de l'alimentation contribue à réduire au minimum les pertes de poids qui surviennent à certains moments de l'année.

Comme les bovins, le bison est considéré comme un généraliste; les deux espèces ont toutefois des habitudes alimentaires différentes indiquant que les bovins sont plus sélectifs que le bison dans leurs choix de fourrages (Peden et coll., 1974). Larter et Gates (1991) ont observé, dans le cadre d'une étude, l'alimentation et la sélection d'habitat de bisons des bois (*B. b. athabasca*) en liberté en fonction des changements saisonniers dans les caractéristiques fourragères de différents habitats des Territoires du Nord-Ouest. L'alimentation du bison des bois changeait énormément d'une saison à l'autre. L'été, l'animal consommait une variété de laiches (*Carex spp.*), de graminées (*Graminae*) et de saules (*Salix spp.*). Le lichen (*Cladina mitis*) devenait un complément nutritionnel important l'automne. Les prairies de laiche humides constituaient la meilleure source de protéines brutes l'été et l'habitat

de prédilection l'hiver. La disponibilité des fourrages était le principal déterminant du choix d'habitat. Les auteurs ont également observé que, été comme hiver, le bison des bois choisissait l'habitat offrant la plus grande quantité de protéines brutes. L'automne, les fourrages devenaient plus uniformes – en quantité et en qualité – d'un habitat à l'autre.

La sélection des aliments est suffisamment flexible pour que d'autres fourrages (outre les préférés du bison) d'habitats différents puissent assumer une importance transitoire et assurer la satisfaction des besoins nutritionnels associés au maintien et à la croissance (Larter et Gates, 1991).

1.2.1 Photopériode

Les changements de poids corporel et d'ingestion de matières sèches chez le bison de 18 mois ou plus sont directement associés à la saison, et plus précisément à la durée du jour (Saskatchewan Agriculture, 2000) (figure 1).

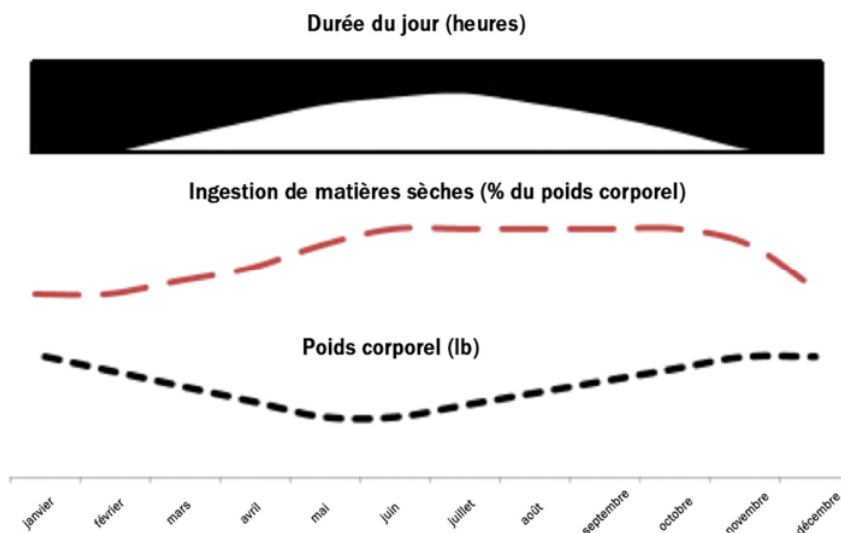


Figure 1 : Bilan énergétique du bison pendant l'année (Feist, 2015).

Il est probable que la photopériode soit perçue par l'animal comme un phénomène relatif plutôt qu'absolu; ainsi, des moments importants de la journée en déterminent la perception (Stanton et coll., 1996). Intériorisé en très bas âge, probablement in utero, ce rythme de photopériode perçue peut avoir des effets résiduels considérables après une manipulation photopériodique (Stanton et coll., 1996).

Une température ambiante en dehors de la zone thermoneutre de l'animal réduit la consommation d'aliments (Christopherson et coll., 1979b), le taux de croissance et l'efficacité reproductive (Tucker et coll., 1984). Or la tolérance au froid du bison suggère que la photopériode a un effet plus marqué (Christopherson et coll., 1979b). Des travaux ont montré que la prise alimentaire, et donc la productivité, baisse pendant une courte photopériode chez la plupart des espèces d'ongulés (Phillips,

1992). L'hiver, les jours courts favorisent le maintien des réserves de graisse corporelle au détriment de la lactation et de la croissance des tissus maigres.

1.2.2 Physiologie de la saisonnalité

La vitesse de métabolisme du bison varie selon la saison, la température et le stade physiologique (Stuth, 1992). Dans une étude sur les dépenses énergétiques saisonnières et les réactions de thermorégulation, le bison présentait un métabolisme lent, considéré comme un facteur contribuant à améliorer son efficacité métabolique (Christopherson et coll., 1979b).

Dans des conditions où les bovins présentent une vitesse métabolique élevée et où la température se situe dans la zone thermoneutre, le métabolisme du bison est de 2 à 5 % plus lent le printemps et l'automne et 5 % plus rapide l'été (Stuth, 1992). En moyenne, les mois non hivernaux, le métabolisme de base net du bison est inférieur de 3 % à celui des bovins (Stuth, 1992). Le bison peut ralentir son métabolisme d'environ 12 % l'hiver, baisse qui peut atteindre 35 % lors des grands froids printaniers (Stuth, 1992).

Christopherson et coll. (1978), qui ont mesuré les réponses métaboliques de bovins highland, de bovins hereford, de yaks et de bisons, ont observé un fait particulièrement étonnant : la différence qualitative dans la réaction du bison au froid intense. Le métabolisme des autres espèces accélérât pour compenser la perte de chaleur, tandis que celui du bison ralentissait systématiquement à une température de -30 °C et moins. Christopherson et coll. (1978) ont signalé une variation saisonnière dans les besoins énergétiques des bisons en enclos (plus importants le printemps que l'hiver) – variation semblable à celle observée chez d'autres ruminants nordiques sauvages – et Rutley (1998) indique que le bison a manifestement des cycles saisonniers très développés. Le bison utilise différemment son énergie l'hiver en augmentant son temps de broutage et en réduisant son temps de repos (Rutley, 1998). Cependant, peu de chercheurs se sont penchés sur la portée de ces cycles saisonniers chez le bison en liberté.

Comme toutes les études sur la vitesse de métabolisme du bison menées à ce jour portent sur des animaux en croissance, l'incidence de la grossesse et de la lactation sur les besoins énergétiques est mal connue. Les rares études réalisées offrent toutefois une estimation des différences entre le métabolisme net des bovins et celui du bison (Stuth, 1992).

1.2.3 Alimentation intensive du bison

Dans les états et les provinces du nord des Plaines, les veaux de bisons d'élevage qui ne sont pas retenus pour la reproduction sont souvent confinés dans un parc d'engraissement, où ils sont nourris pour la production de viande (Anderson et coll., 1996). L'animal est généralement abattu à moins de 30 mois, lorsque son poids vif est d'environ 550 kg (Anderson et coll., 1996). Les gains hivernaux sont particulièrement problématiques (pour les raisons présentées ci-dessus), beaucoup d'engraisers de bisons rapportant des gains faibles ou erratiques (Stanton et coll., 1996). Les données pour le bison suggèrent que le gain moyen quotidien (GMQ) varie entre 1,30 et 1,95 lb par jour le printemps, l'été et l'automne, tandis que le poids moyen quotidien (PMQ) l'hiver va soit baisser, soit augmenter d'au plus 0,9 lb. Les fluctuations de gain et de poids quotidiens se répercutent sur l'indice de consommation et, du coup, sur le coût total du gain (Feist, 2000b). Pour tenter de résoudre ce problème d'inconstance, on a généralement recours à la supplémentation chez le bison.

L'engraissement par rations de céréales est une pratique courante chez les éleveurs de bisons, en pâturage comme en parc d'engraissement. Le bison reçoit une quantité croissante de céréales pour favoriser l'homogénéité de la graisse, qui doit être suffisante et d'une couleur adéquate (Church et coll., 1999), généralement dans les 90 à 120 jours précédant l'abattage. Church et coll. (1999) suggèrent toutefois que le confinement et la manipulation peuvent nuire au bison, qui engraissera moins vite et moins efficacement certaines saisons. Christopherson et coll. (1978; 1979a; 1979b) ont démontré l'existence d'effets saisonniers influençant le métabolisme énergétique; ainsi, engraisser un bison avec des céréales peut s'avérer plus avantageux l'été que l'hiver. Cela dit, dans une étude sur la performance du bison d'Amérique en parc d'engraissement, Church et coll. (1999) ont conclu que l'indice de consommation (des céréales, des fourrages ou combiné) était le même d'une saison à l'autre, ce qui pourrait réduire tout avantage au-delà de la simple prise alimentaire.

Beaucoup de systèmes d'alimentation engraisent le bison avec une seule ration totale mélangée (RTM), riche en concentrés et pauvre en fourrages grossiers (Brown, 2013). Stanton et coll. (1996) ont étudié l'incidence sur la performance et la digestibilité de différents pourcentages de concentrés (céréales) – 30, 50 et 90 % – utilisés pour l'engraissement de bisons. Ils ont observé que ni le pourcentage de concentrés ni le taux de protéines n'avait eu d'effet marqué sur la prise alimentaire pendant l'étude de 266 jours. Globalement, les auteurs suggèrent qu'une alimentation comprenant entre 70 et 90 % de concentrés semble optimiser la performance des bisons en parc d'engraissement l'été et la première moitié de l'automne.

Anderson et coll. (1996) ont voulu déterminer la performance de jeunes bisons mâles en parc d'engraissement pendant les quatre saisons de l'année avec quatre régimes différents. Les veaux mâles sevrés et intacts recevaient des régimes d'engraissement différents, selon un plan en carré latin de 4 x 4 : criblures de blé dur, remoulages de blé dur, tourteau de crambe et rations pour bison commerciales. Si les gains étaient plus faibles ($P < 0,01$) l'hiver par rapport aux trois autres saisons (printemps = 0,78; été = 0,63; automne = 0,80; hiver = 0,17 GMQ, kg/tête), les gains quotidiens ne changeaient pas ($P = 0,24$) d'un régime à l'autre toutes saisons confondues (Anderson et coll., 1996). Si on exclut l'hiver et qu'on regarde seulement le printemps, l'été et l'automne, le gain moyen quotidien était supérieur pour le régime avec criblures. Le bison digère les fibres de façon plus complète que les bovins (Koch et coll., 1995); ainsi, les coproduits plus riches en fibres et en protéines et plus pauvres en énergie que beaucoup de céréales courantes sont potentiellement plus utiles (Anderson et coll., 1996).

Church et coll. (1999) ont comparé dans une étude l'importance relative de la saison et du poids de départ pour le gain moyen quotidien. Cent-cinquante-six mâles d'une vingtaine de troupeaux ont été évalués lors de deux essais de 90 jours chacun en hiver et deux autres en été. Ces mâles avaient librement accès à des rations standard de flocons d'avoine et d'orge mélangés (50 : 50 ou 75 : 25), des fétuques ou de la paille d'orge de grande qualité, des minéraux pour bovins et de l'eau. Les auteurs ont observé que, dans l'ensemble, le gain moyen quotidien était considérablement supérieur ($P < 0,05$) l'été. Pendant la première période estivale (1993), chaque bison consommait en moyenne de 16,0 à 16,4 kg par jour au total, contre 7,2 à 10,0 kg l'hiver précédent (1992). Pendant les secondes périodes estivale et hivernale, chaque bison consommait respectivement 12,4 à 14,1 kg, contre 11,5 à 13,9 kg.

Dans une étude récente, Walpole et coll. (2015) se sont penchés sur l'effet d'une alimentation riche en céréales chez les bisons en parc d'engraissement. Les résultats indiquent qu'une alimentation composée à 80 % de céréales (en l'occurrence des flocons d'orge) cause l'acidose ruminale. En fait, les auteurs racontent qu'en analysant l'intégrité structurale des parois du rumen, ils ont observé une

« brûlure » des papilles en raison de la forte accumulation d'acide. Une description détaillée des maladies nutritionnelles associées aux concentrés alimentaires, dont l'acidose, se trouve dans la revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires pour les bovins du CNSAE (2012). Les producteurs de bison disposent de très peu d'information sur les aliments et les pratiques de gestion des parcs d'engraissement à utiliser pour améliorer la performance des bêtes et rentabiliser leurs activités d'alimentation (Anderson et coll., 1996).

1.2.4 Alimentation des génisses et des bissonnes matures

Il existe peu de renseignements scientifiques sur l'alimentation des génisses et des bissonnes matures. C'est toutefois un sujet important vu le pourcentage important de génisses destinées à l'abattage en Amérique du Nord. D'après les données de l'Association canadienne du bison sur le sexe des animaux abattus, les génisses représentaient en moyenne 44 % des bisons abattus ces cinq dernières années. La situation est comparable du côté des exportations : 43 % des bisons d'engraissement exportés aux États-Unis ces sept dernières années étaient des femelles (Kremeniuk, 2016). Ce que l'on sait provient surtout de l'expérience des éleveurs ou des données sur les bovins de boucherie (Hauer, 2005). Dans une étude sur la variation saisonnière de la prise alimentaire chez le bœuf musqué (Adamczewski et coll., 1994), les auteurs ont observé que les femelles reproductrices mangeaient à peu près autant l'hiver que les femelles non reproductrices et les mâles castrés, mais qu'elles mangeaient beaucoup plus l'été; à son maximum, la prise alimentaire des femelles en lactation dépassait d'environ 48 % celle des bœufs musqués non reproducteurs, ce qui montre les exigences physiologiques de la lactation.

Les génisses gestantes ont des besoins nutritionnels nettement plus élevés : elles doivent consommer assez d'aliments non seulement pour continuer de grandir, mais aussi pour soutenir la croissance du veau. Pour les éleveurs de génisses de remplacement, l'objectif consiste à obtenir un poids corporel acceptable en deux ans; cela dit, les génisses d'un an forcées à s'accoupler risquent de ne pas concevoir l'année suivante (Feist, 2000a). Feist (2000a) suggère qu'un programme d'alimentation permettant aux génisses d'atteindre au moins 660 lb après deux ans impliquerait du broutage en pâturage l'été. Un plan robuste de gestion de l'alimentation devrait améliorer la rentabilité à long terme, puisque le producteur investira dans moins d'animaux de remplacement.

Agabriel et coll. (1996) ont examiné les variations saisonnières dans la prise alimentaire et la croissance des bissonnes d'un an (12 à 16 mois) en les laissant se nourrir de foin à volonté, à l'intérieur, pendant 34 semaines. Les bissonnes étaient réparties en deux groupes : le premier a reçu du foin de première coupe (digestibilité de la matière organique = 0,570) et le second, du foin de deuxième coupe du même champ (digestibilité de la matière organique = 0,685). L'ingestion de matières sèches était de $5,6 \pm 0,5$ et de $5,2 \pm 0,3$ kg/jour respectivement, et le gain moyen quotidien (GMQ) était de 202 ± 45 g/jour. La capacité de prise alimentaire par kg de poids vif était de 20 à 25 % supérieure à celle calculée pour des génisses salers du même âge mangeant la même chose. La prise alimentaire variait considérablement au fil des saisons (Agabriel et coll., 1996), le GMQ minimum se produisant entre décembre et février.

Ayant survécu des années en milieu sauvage malgré une alimentation hivernale de piètre qualité, les bissonnes ont encore aujourd'hui la capacité physiologique de subsister l'hiver avec une alimentation assez réduite. Elles doivent cependant compenser l'été, sans quoi le taux de fertilité du troupeau est décevant (Hauer, 2005). Les bissonnes maigres ou mal préparées risquent de ne pas concevoir. La perte de poids hivernale causée par le ralentissement du métabolisme est inévitable, d'où l'importance de prévoir un gain de poids l'automne (Saskatchewan Agriculture, 2000).

1.3 Carences en nutriments

Comme les bovins, le bison souffre de carences s'il n'a pas accès régulièrement à des vitamines et minéraux. En confinant le bison, on limite ses possibilités de répondre à ses besoins nutritionnels, puisqu'il a accès uniquement à ce qui se trouve sur le terrain clôturé (Lefaive, 2009). Pour beaucoup d'autres animaux d'élevage domestiqués – dont les porcs, la volaille, les bovins d'engraissement et les vaches laitières –, des suppléments de minéraux sont incorporés aux concentrés pour que les bêtes reçoivent les quantités dont elles ont besoin (Chládek et Zapletal, 2007). Les bovins brouteurs et les bisons non nourris de concentrés reçoivent des minéraux de différentes façons, notamment par des pierres à lécher ou des suppléments. Les vitamines et minéraux peuvent être fournis sous forme de sel ou de poudre/granules/miettes mélangés à des céréales ou déposés dessus, ou encore offerts seuls dans un distributeur de suppléments liquides, en pastilles enrichies ou en suppléments (Saskatchewan Agriculture, 2000). Si le libre accès aux minéraux est probablement la forme de supplémentation la plus simple et la plus courante, il peut entraîner des écarts considérables (gouvernement de la Saskatchewan, 2008).

Une carence chronique en nutriments ou en minéraux, qui se développe parfois sur deux ans ou plus, peut entraîner une faible croissance, des maladies et une charge parasitaire plus élevée (Lewis, 2010). Les carences, qui peuvent aussi causer des naissances de veaux faibles ou infirmes, doivent être relevées et étudiées en collaboration avec un vétérinaire local pour que des correctifs appropriés soient apportés (Klemm, 2009). Comme elles se développent lentement, elles ne se corrigent pas instantanément; il n'existe aucun remède miracle (Lewis, 2010). McDowell (1992) a observé que, chez le bétail brouteur, la carence en phosphore est la plus courante sur la planète.

Les effets des carences en cuivre et en phosphore – parmi les plus courantes chez le bison – sont traités plus en profondeur ci-dessous. Le bison peut néanmoins présenter une carence de tout autre minéral essentiel décrit ici.

1.3.1 Carence en cuivre

S'il est très difficile de trouver des renseignements sur les carences alimentaires chez le bison, il est utile de regarder du côté des bovins de boucherie. Selon Woodbury (2005), le bison est au moins aussi sensible aux carences en cuivre, un problème courant chez les bovins de boucherie aux États-Unis et au Canada. C'est l'une des carences en minéraux les plus fréquentes dans l'Ouest canadien (où se trouvent la plupart des élevages de bison). Voici quelques-uns de ses symptômes : anémie, réduction de la croissance, dépigmentation (habituellement le premier signe clinique) et changements dans la pousse et l'apparence du poil, insuffisance cardiaque, os fragiles, diarrhée et fertilité basse caractérisée par un œstrus retardé ou sans vigueur (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Certaines carences en cuivre sont primaires; d'autres sont secondaires, donc attribuables à d'autres facteurs (les deux causent les mêmes problèmes, mais l'approche de traitement sera différente) (Woodbury, 2005). Une carence primaire survient lorsque l'apport quotidien en cuivre ne suffit pas à satisfaire aux exigences métaboliques, tandis qu'une carence secondaire survient lorsque le cuivre n'est pas bien absorbé ou métabolisé (Woodbury, 2005).

Les besoins en cuivre des bovins varient entre 4 et plus de 15 mg/kg, selon les concentrations de molybdène et de soufre alimentaires, mais on recommande une concentration de 10 mg Cu/kg d'aliments (si le régime contient moins de 0,25 % de soufre et 2 mg Mo/kg d'aliments) (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Les bovins d'engraissement nourris de concentrés pourraient avoir

besoin de moins de 10 mg Cu/kg d'aliments, le cuivre présent dans les concentrés étant plus assimilable que celui des fourrages (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Une étude a par ailleurs établi un lien entre la consommation d'eau contenant 600 mg/l de sulfates et les carences en cuivre chez des bovins de boucherie en Saskatchewan (Smart, 1984). Les besoins sont beaucoup plus grands lorsque du molybdène, du soufre, du fer et du zinc sont présents, auquel cas des suppléments de cuivre peuvent s'avérer nécessaires. Par exemple, le molybdène présent en grande quantité dans l'alimentation peut s'associer au cuivre dans le réticulo-rumen pour créer un complexe insoluble de molybdate de cuivre (Woodbury, 2005). Inversement, certains bovins sont victimes d'empoisonnement au cuivre en raison de l'usage excessif de suppléments ou de l'utilisation d'aliments contaminés par du cuivre de source agricole ou industrielle (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Lorsque des symptômes d'empoisonnement se manifestent, l'accumulation de cuivre dans le foie peut être déjà importante.

1.3.2 Carence en phosphore

Le phosphore et le calcium contribuent ensemble à la formation des os; environ 80 % du phosphore se trouve dans les os et les dents, le reste étant distribué dans les tissus mous (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Le phosphore a aussi beaucoup d'autres fonctions cellulaires. Chez les bovins de boucherie, on estime les besoins en phosphore à 16 mg P/kg de poids corporel. Les carences en phosphore provoquent une réduction de la croissance et de l'indice de consommation, une perte d'appétit, des problèmes de reproduction, une baisse de la production de lait ainsi qu'un affaiblissement et une fragilisation des os (Underwood, 1981; Shupe et coll., 1988). Le squelette constitue un grand réservoir de phosphore dans lequel l'animal mature peut puiser en période d'apport insuffisant, puis qu'il peut remplir pendant les longues périodes d'apport élevé (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Parmi les sources de phosphore, citons les sous-produits d'animaux et de poissons ainsi que les suppléments comme le phosphate bicalcique et le phosphate défluoré.

1.3.3 Carence en sélénium

Le sélénium est peu présent presque partout dans l'Ouest canadien (Lewis, 2010). Les carences se manifestent surtout lors de la manipulation : les bisons courent beaucoup, puis tombent et restent à terre en raison de dommages musculaires (myopathie de captivité) (Lewis, 2010). Chez la vache, les carences en sélénium provoquent la plupart du temps la maladie du muscle blanc (chez le veau), mais aussi une baisse de la résistance aux maladies, la rétention du placenta et des naissances de veaux faibles ou mort-nés (gouvernement de la Saskatchewan, 2008). Puisque cette carence peut se manifester de plusieurs façons, on l'appelle parfois *selenium responsive disease* en anglais (Hauer, 1999). Le sélénium est extrêmement toxique; il faut donc être prudent et suivre attentivement le mode d'emploi lorsqu'il est ajouté à un mélange de minéraux ou à une ration (gouvernement de la Saskatchewan, 2008). Le bétail a besoin d'une petite quantité de sélénium (environ 1.0-3.0 mg/tête/jour) (Hauer, 1999). Il existe du sélénium injectable, mais cette méthode n'est pas pratique pour le wapiti et le bison; et comme la consommation libre et les pierres à lécher donnent des résultats imprévisibles, mélanger du sélénium aux céréales demeure la méthode de supplémentation la plus fiable (Hauer, 1999).

1.3.4 Dépistage des carences et supplémentation

Pour savoir quels suppléments de minéraux s'imposent, il faut examiner des échantillons des fourrages auxquels a accès le bison à différentes périodes de l'année. Or si un examen des fourrages ou des aliments indique que tous les nutriments sont présents en quantité suffisante, un examen de l'eau pourrait révéler qu'un élément essentiel comme le cuivre s'associe au fer et au manganèse, cause fréquente de carences. Le molybdène, le sulfate, le nitrate, le calcium et le sodium peuvent eux aussi occasionner des carences en minéraux en raison d'interférences (associations entre molécules).

Une analyse d'échantillons d'eau permet de connaître les minéraux assimilables pour la santé du bison. Par exemple, une eau dure peut avoir un effet considérable sur les aliments pour bison et transformer un mélange parfaitement adéquat en mélange trop pauvre en minéraux (Lefaive, 2009). Des échantillons de sang et/ou de tissus de bêtes abattues peuvent également aider à déterminer de quoi les animaux ont besoin (Lefaive, 2009). On peut aussi procéder à un examen post-mortem d'échantillons de foie, beaucoup plus précis qu'un échantillon de sang (Lewis, 2010). Le diagnostic de carence en minéraux doit être fondé sur une évaluation complète du groupe d'animaux (et/ou sur des échantillons d'aliments et d'eau). Les diagnostics individuels ne suffisent généralement pas à régler adéquatement les problèmes de carences en oligo-éléments (gouvernement de la Saskatchewan, 2008). Les variations d'une bête à l'autre et au sein d'un troupeau peuvent se traduire par des différences marquées dans la satisfaction des besoins en minéraux.

Dans les cas de carence avérée, ou si les bêtes ont besoin de plus d'énergie en raison de fourrages limités ou d'autres circonstances, il peut être bon de fournir des suppléments en plus des aliments broutés pendant la saison de reproduction (Anderson et coll., 2002). Dans une étude, Church et coll. (1999) ont comparé les différences saisonnières dans la prise alimentaire et constaté que le bison consomme quotidiennement plus de minéraux l'été (0,04-0,06 kg jour⁻¹) que l'hiver (0,02-0,03 kg jour⁻¹).

Les bovins de boucherie ont besoin d'au moins 17 minéraux (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Actuellement, tous les apports recommandés en minéraux (et en vitamines) pour le bison sont fondés sur les chiffres pour les bovins (Saskatchewan Agriculture, 2000). Tant que des études sur les minimums requis ou les maximums tolérés ne seront pas publiées, on recommande de donner aux bisons nourris au grain les mêmes suppléments de minéraux généraux qu'aux bovins de boucherie nourris au grain (Anderson et Feist, 2015).

1.3.5 Vitamines

Les ruminants ont tous besoin de minéraux, mais aussi de vitamines, dont la consommation suffisante permet l'utilisation efficace des autres nutriments. Par ailleurs, beaucoup de processus métaboliques sont déclenchés et régis par des vitamines précises à différents stades de la vie (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2000). Comme pour les minéraux, les apports recommandés en vitamines utilisés pour le bison sont normalement ceux des bovins. Les bovins ont besoin notamment de vitamines A, D, E, K et B12, de thiamine et de choline.

Si les suppléments liquides ou en pastilles enrichies contiennent habituellement des vitamines, ce n'est pas toujours le cas des suppléments de minéraux en granules (Feist, 2000a). Pour éviter toute carence, le producteur peut envisager de donner des injections de vitamines A, D et E aux veaux l'automne ou en période de sevrage ou de préparation, et fournir des suppléments de vitamines toute l'année à toutes les catégories de bisons (Feist, 2000a). Les veaux nouveau-nés reçoivent des vitamines par le colostrum de leur mère (si la mère a des réserves suffisantes).

1.4 Recherches futures

La plupart des données évaluées par des pairs sur l'alimentation du bison proviennent d'études réalisées soit sur des troupeaux en liberté et dans des parcs, soit sur des bovins. Des recherches sur des bisons d'élevages commerciaux seraient nécessaires pour remédier aux lacunes actuelles. Il faudrait notamment étudier des stratégies susceptibles d'aider les producteurs à gérer les effets de la saisonnalité (réduction de la prise alimentaire et des gains quotidiens) et à les utiliser à leur avantage, par exemple la manipulation de l'alimentation ou d'autres approches d'augmentation de la prise alimentaire. Il faudrait également des renseignements précis sur les besoins nutritionnels (notamment les besoins en vitamines et minéraux) à chaque étape de la vie de chaque catégorie de bisons : veaux, génisses, femelles matures et mâles. La compréhension des pratiques d'alimentation optimales pour les bisons d'engraissement et les génisses abattues pour leur viande est particulièrement importante. Il existe très peu de renseignements scientifiques sur les façons de nourrir les bisons pour assurer une production optimale. L'Association canadienne du bison a coordonné une étude de référence sur plusieurs années où étaient consignés le poids de sevrage, le poids de marché, les jours d'engraissement, les gains moyens quotidiens et de nombreux autres facteurs (Woynarski, 2015). Il faudrait étoffer et compléter ces données en continu pour que les producteurs puissent y comparer la performance de leur propre troupeau.

Références

- Adamczewski, J.Z., R.K. Chaplin, J.A. Schaefer et P.F. Flood (1994). « Seasonal variation in intake and digestion of a high-roughage diet by muskoxen », *Revue canadienne de science animale*, vol. 74, n° 2, p. 305-313.
- Agabriel, J., J. Bony et M. Petit (1996). « Seasonal variation of intake and growth of young female bison », *Annales de zootechnie*, vol. 45, n° 4, p. 319-325.
- Anderson, V. et M. Feist (2015). « Grain Finishing Bison » dans *Bison Producers Handbook*, p. 125-135.
- Anderson, V., D. Burr et T. Schroeder (2002). « Protein requirements of bison bulls fed for meat », *Bison Production Field Day*, vol. 3, North Dakota State University.
- Anderson, V.L., P. Miller et B. Miller (1996). « Influence of season and diet on feedlot performance of bison », *The Professional Animal Scientist*, vol. 13, p. 14-17.
- Brown, S.C. (2013). « Finishing bison by offering a choice of feeds and room to roam », *Journal of the National Association of County Agricultural Agents*, vol. 6, n° 2.
- Chládek, G. et D. Zapletal (2007). « A free-choice intake of mineral blocks in beef cows during the grazing season and in winter », *Livestock Science*, vol. 106, p. 41-46.
- Christopherson, R.J., H.W. Gonyou et J.R. Thompson (1979a). « Effects of temperature and feed intake on plasma concentration of thyroid hormones in beef cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 59, p. 655-661.
- Christopherson, R.J., R.J. Hudson et M.K. Christophersen (1979b). « Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of bison and cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 59, p. 611-617.
- Christopherson, R.J., R.J. Hudson et R.J. Richmond (1978). « Comparative winter bioenergetics of American bison, yak, Scottish Highland and Hereford calves », *Acta Theriologica*, vol. 23, n° 2, p. 49-54.
- Church, J.S. (1997). « The effects of production practices on the behaviour of ruminant animals (*Bos taurus*, *Bison bison*, and *Cervus elaphus*) », thèse de doctorat, Université de l'Alberta, Edmonton, Canada.
- Church, J.S., R.J. Hudson et B.D. Rutley (1999). « Performance of American bison (*Bos bison*) in feedlots », *Journal of Animal and Feed Sciences*, vol. 8, p. 513-523.
- Committee on Animal Nutrition (2000a). « Minerals » dans *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, p. 54-74.
- Committee on Animal Nutrition (2000b). « Vitamins and water » dans *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, p. 75-84.

Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE) (2012). *Code de pratiques applicable aux soins et à la manipulation des bovins de boucherie : revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires*.

Feist, M. (2000a). « Practical feeding for bison, Part 2 », *Smoke Signals*, p. 34-49.

Feist, M. (2000b). *Growing and Finishing Bison: Principles and Practices*. Saskatchewan Agriculture and Food.

Feist, m. (2015). Bison Nutrition. 1st International Symposium on Bison Health.
<http://canadianbison.ca/producer/documents/9Feist-Nutrition.pdf>

Galbraith, J.K.G., G.W. Mathison, R.J. Hudson, T.A. McAllister et K.J. Cheng (1998). « Intake, digestibility, methane and heat production in bison, wapiti and white-tailed deer », *Revue canadienne de science animale*, vol. 78, p. 681-691.

Gegner, L.E. (2001). *Bison Production: Livestock Production Guide*. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas.

Gouvernement de la Saskatchewan (2008). *Trace Minerals for Beef Cattle*.

Hauer, G. (1999). « Selenium », *The Tracker*, vol. 3, n° 6.

Hauer, G. (2005). « Feeding bison cows », *Smoke Signals*, p. 26-29.

Hudson, R.J. et S. Frank (1987). « Foraging ecology of bison in aspen boreal habitats », *Journal of Range Management*, vol. 40, p. 71-75.

Jenkinson, D.M., I.L. Mason et T. Nay (1975). « Inheritance of some sweat gland and hair follicle characteristics in cattle », *Australian Journal of Biological Sciences*, vol. 28, n° 4, p. 417-424.

Jingfors, K.T. (1981). « Habitat relationships and activity patterns of a reintroduced muskox population », mémoire de maîtrise, University of Alaska, Fairbanks (Alaska).

Klein, D.R. et C. Bay (1990). « Foraging Dynamics of Muskoxen in Peary Land, Northern Greenland », *Holarctic Ecology*, vol. 13, p. 269-280.

Klemm, K. (2009). « Daily Bison Management » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 67-79.

Koch, R.M., H.G. Jung, J.D. Crouse, V.H. Varel et L.V. Cundiff (1995). « Growth, digestive capability, carcass, and meat characteristics of *Bison bison*, *Bos taurus*, and *Bos x Bison* », *Journal of Animal Science*, vol. 73, p. 1271.

Kremeniuk, T. (2016). « Bison grading statistics: what do they tell us? », *Smoke Signals*, Association canadienne du bison. p. 18.

Larter, N.C. et C.C. Gates (1991). « Diet and habitat selection of wood bison in relation to seasonal changes in forage quantity and quality », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 69, p. 2677-2685.

Lefaive, T. (2009). « Getting Started With the Right Animal » dans *The Bison Producers' Handbook*, p. 35-43.

Lewis, R. (2010). « Mineral or vitamin deficiencies and supplementation in bison », *Smoke Signals*.

Marchello, M.J. et J.A. Driskell (2001). « Nutrient composition of grass and grain finished bison », *Great Plains Research*, n° 11, p. 65-82.

McDowell, L.R. (1992). *Minerals in Animal and Human Nutrition*.

McEwan, E.H. (1968). « Growth and development of the barren-ground caribou. II. Postnatal growth rates », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 46, n° 5, p. 1023-1029.

McEwan, E.H. et P.E. Whitehead (1970). « Seasonal changes in the energy and nitrogen intake in reindeer and caribou », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 48, n° 5, p. 905-913.

McHugh, T. (1958). « Social behaviour of the American buffalo (*Bison bison*) », *Zoologica*, vol. 43, p. 1-40.

National Organic Standards Board Livestock Committee (2012). *Guidance for Assessing Animal Welfare on Organic Bison Operations*.

Nordon, H.C., I. Cowan et A.J. Wood (1968). *Comparative nutrition of wild animals*.

Peden, D.G., G.M. Van Dyne, R.W. Rice et R.M. Hansen (1974). « The trophic ecology of *Bison bison* L. on shortgrass plains », *Journal of Applied Ecology*, vol. 11, p. 489-498.

Phillips, C.S.C. (1992). « Photoperiod » dans *Farm animals and the environment*, sous la direction de C. Phillips et D. Piggins.

Reynolds, H.W., R.D. Glaholt et A.W. Hawley (1982). *Wild mammals of North America, biology, management, economics*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Richmond, R.J., R.J. Hudson et R.J. Christopherson (1977). « Comparison of forage intake and digestibility by American bison, yak, and cattle », *Acta Theriologica*, vol. 32, n° 14, p. 225-230.

Rutley, B.D. (1998). « Management, growth and performance of bison (*Bison bison*) on seasonal pastures », thèse de doctorat, Université de l'Alberta, Edmonton.

Rutley, B.D. et R.J. Hudson (2000). « Seasonal energetic parameters of free-grazing bison (*Bison bison*) », *Revue canadienne de science animale*, vol. 80, p. 663-671.

Rutley, B.D. et R.J. Hudson (2001). « Activity budgets and foraging behaviour of bison on seeded pastures », *Journal of Range Management*, vol. 54, p. 218-225.

Saskatchewan Agriculture (2000). *Basic Nutrition of Bison*.

Schaefer, A.L., B.A. Young et A.M. Chimwano (1978). « Ration digestion and retention times of digesta in domestic cattle (*Bos taurus*), American bison (*Bison bison*), and Tibetan yak (*Bos grunniens*) », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 56, p. 2355-2358.

Shupe, J.L., J.E. Butcher, J.W. Call, A.E. Olson et J.T. Blake (1988). « Clinical signs and bone changes associated with phosphorus deficiency in beef cattle », *American Journal of Veterinary Research*, vol. 49, p. 1629-1636.

Smart, M.E. (1984). « Factors influencing the plasma and liver copper and zinc concentrations in beef cattle », thèse de doctorat, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan).

Stanton, T.L., D. Schutz, W. McFarlane et D. Stewart (1996). « Concentrate level in bison finishing rations on feedyard performance », *The Professional Animal Scientist*, vol. 12, p. 6-11.

Steenbergen, J. (2009). « Grass Finishing Bison » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 15.

Stuth, J. (1992). *Comparative nutrition of bison and cattle for parameterizing the NUTBAL DSS. Monograph No 93-2*. Texas A&M University.

Thing, H., D.R. Klein, K. Jingfors et S. Holt (1987). « Ecology of muskoxen in Jameson Land, northeast Greenland », *Holarctic Ecology*, vol. 10, p. 95-103.

Trudel, J. et R.G. White (1981). « The effect of forage structure and availability on food intake, biting rate, bite size and daily eating time of reindeer », *Journal of Applied Ecology*, vol. 18, p. 63-81.

Tucker, H.A., D. Petitclerc et S.A. Zinn (1984). « The influence of photoperiod on body weight gain, body composition, nutrient intake and hormone secretion », *Red meat production and processing systems for the 21st century*.

Underwood, E.J. (1981). *The mineral nutrition of livestock*, 2e édition, sous la direction des Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough (Royaume-Uni).

Walpole, M.E. (2016). « Feedlot bison nutrition », *Smoke Signals*.

Wood, A.J., I. Cowan et H.C. Nordon (1962). « Periodicity of growth in ungulates as shown by deer of the genus *Odocoileus* », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 40, p. 593-603.

Woodbury, M.R. (2005). *Copper Balance in Bison – Are your Bison Getting Enough?*, Western College of Veterinary Medicine, Université de la Saskatchewan.

Woynarski, G. (2015). *Benchmark Study for Cost of Production and Performance Measures for Bison from Cow/Calf to Carcass*, Bison benchmark project 2015 year five, Association canadienne du bison.

2 COMPORTEMENT DU BISON

Conclusions

1. **Les techniques de manipulation calme du bison diffèrent des techniques traditionnelles employées avec les bovins.**
2. **Dans les installations de manipulation, la vision du bison doit être restreinte, et les bruits forts doivent être évités autant que possible. Le bison ne doit pas être isolé longtemps, les bisons solitaires étant très agités.**
3. **La position de la queue et de la tête du bison est un bon indicateur de langage corporel.**
4. **Habituer les bisons aux manipulations dans un couloir de contention réduit le risque de blessure chez les bisons et les travailleurs. Les bisons ayant très peu de contacts avec des humains sont susceptibles d'avoir une zone de fuite plus grande.**
5. **Les besoins de vautrement et de frottement apparaissent probablement pour les raisons suivantes : mue, interactions entre mâles (comportement typiquement observé lors du rut), cohésion sociale, jeu, soulagement de l'irritation causée par les piqûres d'insectes, réduction des ectoparasites (tiques et poux) et thermorégulation.**
6. **On ignore encore si les abris et les brise-vent profitent réellement au bison.**

2.1 Introduction

Pour élever des bisons en toute sécurité, les producteurs doivent avoir les compétences et les connaissances nécessaires pour rassembler, séparer et confiner les bêtes au quotidien. Les blessures et les décès lors de la manipulation sont plus fréquents chez le bison que chez les bovins, sélectionnés pour leur tempérament calme (Lanier et coll., 1999). Les techniques de manipulation des bisons sont très différentes des techniques traditionnelles employées avec les bovins. La présente section offre des renseignements précis sur le comportement naturel du bison et les façons dont les producteurs peuvent l'utiliser à leur avantage pour manipuler calmement les bêtes.

2.2 Différences comportementales d'une catégorie de bisons à l'autre

La majorité des articles évalués par des pairs décrivant le comportement du bison sont des études écologiques réalisées en milieu sauvage ou semi-sauvage (ex. : parcs nationaux). Peu de chercheurs ont observé le bison dans le contexte commercial d'aujourd'hui. On peut présumer que le bison agit différemment dans son milieu naturel et dans un ranch commercial, où ses groupes sociaux, son alimentation, sa gestion et son environnement sont différents. Par exemple, le bison a une structure sociale très intacte qui exige des espaces précis entre les individus et les groupes familiaux. Ces espaces peuvent varier selon le sexe et l'âge des animaux et la période de l'année (Kossler, 2009).

Certaines différences comportementales observées chez les bisons de sexe et d'âge différents sont décrites plus en détail ci-dessous.

2.2.1 Mâles

Les mâles quittent le troupeau après l'accouplement; seuls les jeunes mâles peuvent rester avec les femelles et les veaux (Hunter, 2009). On observe chez le bison une polygynie où les mâles dominent; ils défendent les femelles contre les mâles rivaux pendant la saison de reproduction (rut) en affichant leur dominance de différentes façons : vocalisations, positionnement, marquage urinaire, piétinement, frottement de tête, vautrement, combats physiques (Lott, 1974 et 1979; Berger et Cunningham, 1995, cité dans Wyman, 2012). Les mâles passent aussi beaucoup de temps à proximité de femelles qui ne sont pas en œstrus (Lott, 1981). Dans l'ensemble, les mâles dominants de statut élevé copulent plus souvent et ont plus de petits que les mâles au bas de l'échelle (Wyman, 2008).

McHugh (1958) a vu des bisons mâles arquer le dos pendant des combats féroces, lors de « faux combats » et en marchant dans un troupeau – plus précisément, dans un sous-groupe de mâles – pendant le rut. Il a également observé des bisons en train de « jouer » et noté que les bêtes plutôt âgées entrechoquaient et coinçaient leurs cornes en poussant et en se déplaçant en cercle. McHugh (1958) indique également que beaucoup de combats commençaient lorsqu'un bison en approchait un autre en secouant la tête ou en donnant des ruades. Comme les combats opposaient parfois des bêtes d'âge et de sexe différents, les adversaires n'étaient pas égaux; or la brutalité et les échanges violents étaient rares. McHugh (1958) note également que le chevauchement et les combats survenaient souvent ensemble en contexte de jeu, l'un précédant ou suivant l'autre. L'observation des comportements qu'a réalisée McHugh (1958) pour comprendre les hiérarchies de dominance était limitée à des troupeaux en captivité, les individus étant difficiles à reconnaître/distinguer dans la nature. Des observations montrent toutefois que les comportements dominants sont beaucoup moins fréquents dans la nature que dans les troupeaux en captivité.

Rut

La saison du rut est celle où le niveau d'activité général du troupeau est le plus élevé, surtout juste après l'aube et le crépuscule. Les mâles adoptent des comportements bien précis en période de rut : reniflement des vulves, proximité avec les femelles, cris, vautrement, coups de cornes, combats féroces et non féroces, et chevauchements incomplets ou débouchant sur une fécondation (McHugh, 1958). La participation active au rut est exigeante physiquement : on estime que les mâles perdent jusqu'à 10 % de leur masse corporelle pendant la saison (Lott, 1979).

Lors du rut, le mâle établit avec la femelle un lien de proximité. Règle générale, il reste très près d'elle (entre un et cinq pieds de distance), voire en contact direct (McHugh, 1958). McHugh (1958) a également fait les observations suivantes : presque tous les liens de proximité étaient établis par des mâles de 6 à au moins 14 ans, et les mâles établissant un lien de proximité adoptaient une approche passive ou active (certains suivaient les femelles, d'autres guidaient leurs mouvements). Néanmoins, McHugh (1958) déclare que le lien de proximité demeure essentiellement matriarcal.

Vocalisations (cris et renâclements)

Le son que produit le bison d'Amérique (*Bison bison*) mâle adulte lors de comportements agonistiques a été qualifié de « rugissement » (Gunderson et Mahan, 1980). McHugh (1958) décrit ce cri comme une variation extrême du grognement produite uniquement par les mâles, plus précisément les mâles âgés. McHugh (1958) indique que le cri sonne comme un rugissement rappelant un grognement et peut être entendu à au moins trois miles de distance dans des conditions calmes. Le mâle qui crie peut

aussi ouvrir la gueule, sortir la langue quelques pouces et contracter ses muscles abdominaux pour soulever légèrement le ventre.

Les mâles rugissent toute l'année, mais plus souvent et plus intensément pendant le rut, période marquée par de nombreuses confrontations agonistiques entre mâles concurrents (Gunderson et Mahan, 1980). On croit que les mâles crient pour plusieurs raisons, notamment pour renforcer leur lien avec une femelle, lorsqu'ils s'approchent d'un autre mâle, lorsqu'ils suivent la piste du troupeau, ou encore en réponse au cri d'un autre mâle ou au bruit d'une automobile. Certains ont par ailleurs observé que les cris s'accompagnent parfois de renâclements (McHugh, 1958) et sont produits surtout par les mâles qui s'apprêtent à rencontrer un autre mâle ou par les mâles solitaires s'approchant d'un groupe de femelles.

Le cri du mâle – signal de communication le plus fréquent pendant le rut – aurait été sélectionné sexuellement dans le contexte de la compétition entre mâles et, possiblement, du choix de la femelle (Wolff, 1998). Dans une étude sur le lien entre la valeur adaptative du bison d'Amérique mâle et les signaux acoustiques, les auteurs ont conclu que les cris des mâles les mieux adaptés avaient des formants plus bas. Le mâle qui passe plus de temps à crier consacre moins de temps au broutage et au repos (Mooring et coll., 2006). La bisonne peut choisir son partenaire d'accouplement en s'approchant de mâles de statut élevé en plein concours de cri pour provoquer des interactions agressives; elle court alors au sein du troupeau pour déclencher de multiples combats parmi ses poursuivants (Wolff, 1998).

2.2.2 Femelles

Les femelles matures et juvéniles forment des troupes relativement grands dont les membres se tiennent à proximité et synchronisent leurs activités (McHugh, 1958). Les bisons solitaires sont très rares, sauf chez les mâles âgés : le bison est une espèce très sociale présentant des divisions matriarcales marquées. Les femelles stimulent les mâles pour qu'ils se battent pour le privilège d'établir un lien de proximité avec elles, puis coopèrent avec le vainqueur pour la copulation (Lott, 1981). L'accouplement est très saisonnier : environ 90 % des copulations se produisent sur deux semaines (Lott, 1981).

Période préparturition

On sait que les bisonnes quittent le troupeau peu avant la parturition. La plupart des chercheurs croient qu'elles le font pour se mettre à l'abri des prédateurs (ex. : loups) et mettre bas sans être interrompues ou dérangées par d'autres membres du troupeau. Cette période d'isolement contribue également à renforcer le lien entre la mère et son veau. Dans sa description des comportements sociaux du bison d'Amérique, McHugh (1958) présente des cas où une bisonne est restée dans un groupe de femelles pour donner naissance à son veau : ces groupes étaient généralement petits et composés de plusieurs femelles gestantes ou mères de jeunes veaux. Dans d'autres cas, la femelle gestante était agitée et s'éloignait fréquemment du troupeau un jour ou plus avant de mettre bas (McHugh, 1958).

Mères et veaux

McHugh (1958) a observé que les veaux se tenaient particulièrement proche de leur mère les premiers jours et se couchaient à quelques pieds d'elles pendant deux à trois semaines, tandis que les veaux plus vieux se couchaient plus loin, en sous-groupe. Jusqu'à l'âge de 8 à 12 mois, le veau présentait avec sa mère une cohésion suffisamment évidente pour que chaque paire puisse être distinguée

presque toute la journée (McHugh, 1958). Par la suite, cet attachement diminuait considérablement, surtout chez le veau mâle.

Le veau et sa mère se reconnaissent par leur odeur, leur apparence et leurs sons (McHugh, 1958). McHugh (1958) indique toutefois que les cas de reconnaissance par l'odeur étaient rares pour les veaux de plus d'un mois et que la reconnaissance des grognements sans recours à la vue montre que certains grognements sont distinctifs.

Il est rare qu'une mère n'établisse pas de lien d'attachement avec son veau. Chez les bisons observés par McHugh (1958), aucune mère n'a abandonné son veau ou hésité à le défendre contre les animaux ou les humains à proximité, qu'elle chargeait rapidement ou dont elle s'approchait lentement. Une mère de jumeaux essaie d'abord de s'occuper de ses deux petits, mais si elle doit suivre le troupeau (dans le cas des troupeaux en liberté), elle perd rapidement tout intérêt pour l'un des veaux, qui risque alors de mourir de faim (Klemm, 2009). Les naissances de jumeaux sont très rares dans les élevages commerciaux comme dans la nature.

2.3 Langage corporel

Dans un article très complet, McHugh (1958) a décrit en détail les comportements sociaux du bison d'Amérique connus à l'époque. L'auteur a observé des troupeaux en liberté et des troupeaux confinés au fil des saisons. Ses observations les plus importantes sur le comportement du bison sont résumées ci-dessous. Par exemple, McHugh (1958) note que les réactions de peur ou d'alarme étaient généralement provoquées par des perturbations associées à des objets étrangers, habituellement des êtres humains. Le bison s'arrêtait pour observer plusieurs secondes, les oreilles vers l'avant et la tête dirigée vers la perturbation, avant de prendre la fuite.

La position de la queue du bison est par ailleurs un bon indicateur de langage corporel. McHugh (1958) a observé que le bison bougeait la queue d'un côté à l'autre pour chasser les insectes, mais aussi dans une foule d'autres situations, principalement en contexte de jeu, tels que poursuites et bondissements. L'élévation et d'autres mouvements de queue ont également été observés pendant les combats violents en période de rut, ainsi que chez les veaux pendant l'allaitement et les déplacements du troupeau (quand les veaux hésitaient entre demeurer ensemble en sous-groupe et suivre les femelles). La queue était levée et maintenue dans un angle de 0° à 90° par rapport à l'horizontale surtout quand le bison trotait, courait ou bondissait, par exemple lors de jeux de poursuite, de courses affolées (*stampedes*) ou de charges de courte durée; quand il s'avavançait pour observer un objet inconnu (ex. : nouveau mâle, nouveau veau, humain); et lorsqu'il était nerveux ou excité, par exemple lors des déplacements au sein du troupeau pendant le rut ou avant une tentative de chevauchement.

Chez de nombreuses espèces, une élévation de la queue et un fort tonus postural (contraction musculaire) sont corrélés et indiquent que l'animal se prépare à bouger ou à augmenter la cadence (Kiley-Worthington, 1976). Cette posture redressée a acquis une valeur de communication; elle signale que l'animal se prépare à bouger, est en état d'alerte ou perçoit un danger. Également utilisée lorsque l'animal s'approche avec confiance, elle est souvent associée à des intentions agressives (chez certaines espèces, cette posture est devenue exagérée justement pour renforcer son utilité comme signal) (Kiley-Worthington, 1976).

McHugh (1958) a souvent observé un autre comportement en contexte de jeu : la ruade, soit le fait de lever une patte arrière ou les deux, puis de donner un coup vers l'arrière ou sur le côté. Les ruades sont observées généralement lors de jeux de combat. Des bisons ont par ailleurs été vus en train d'« encorner » des pins lodgepole, se servant de l'extrémité de leurs cornes pour retirer l'écorce et, parfois, pour la manger et se frotter contre l'arbre. Ce comportement a été observé surtout lors du rut. Fait intéressant, McHugh (1958) a constaté que le bison préférait encorner un arbre dont l'écorce ou les branches avaient déjà été encornées au lieu de s'attaquer à un nouvel arbre.

Parmi les comportements dont la reconnaissance est particulièrement utile aux producteurs figurent les « signaux de maladie ». Il s'agit d'un groupe de postures habituellement associées à une mauvaise santé. La détection des « signaux de maladie » chez le bison peut s'avérer particulièrement problématique, les proies ne voulant pas montrer leur faiblesse par rapport au reste du troupeau. Le bison fiévreux va typiquement passer plus de temps au point d'eau, s'y rendre plus souvent, avoir les oreilles tombantes, respirer par la bouche et s'éloigner du troupeau (Hunter, 2009). Les cas où un bison traîne derrière lorsque le troupeau se déplace vers un nouveau pâturage sont suspects; ils peuvent indiquer soit un problème de locomotion, soit un rejet par les autres membres du troupeau (Hunter, 2009).

2.4 Comportement du bison pendant la manipulation

Comme les bovins, les bisons sont manipulés régulièrement pour des questions de santé du troupeau et de respect des exigences de dépistage des maladies de divers organismes de réglementation. Les blessures et les décès lors de la manipulation sont plus fréquents chez le bison que chez les bovins, sélectionnés pour leur tempérament calme (Lanier et coll., 1999). Le bison peut briser une de ses cornes, blesser au sang un autre animal, tenter de détruire l'enclos d'attente ou de sauter en dehors, voire mourir des suites de l'excès de stress causé par la manipulation (Lanier et coll., 1999). Pour manipuler calmement le bison, un animal excitable, il faut avoir le souci du détail et employer des stratégies qui diffèrent beaucoup des techniques traditionnelles de manipulation d'animaux (Lanier et coll., 1999).

Il est bon de comprendre les signaux de détresse et de laisser au bison le temps de récupérer (Lefaive, 2009). Par exemple, un bison souffrant de stress de chaleur va haleter profondément par la bouche et parfois sortir la langue et saliver de façon excessive. Confronté à un stress important, le veau réagit en haussant son taux de cortisol sanguin, réaction qui perturbe son système immunitaire. Le veau devient alors plus vulnérable aux infections (Lefaive, 2009). Par ailleurs, les bêtes présentant un haut niveau de stress pendant la manipulation risquent de poser problème à leur prochain séjour dans un corral. Une exposition graduelle aux humains, à l'équipement, aux véhicules et aux autres éléments de l'environnement du bison est généralement profitable, car elle permet de maintenir un faible niveau de stress (Lefaive, 2009).

Comme mentionné précédemment, le bison n'est pas un bovin domestiqué; ainsi, il ne se déplacera pas de la même façon dans les installations de manipulation. Dans une étude réalisée au Colorado en 1997, Lanier et coll. (1999) ont conditionné de jeunes bisons à se soumettre à des manipulations courantes, notamment à rester calmes et immobiles dans un couloir de contention ou lors d'une expérience nouvelle. Les auteurs ont commencé le processus en utilisant des techniques de conditionnement opérant pour enseigner aux veaux à rester immobiles dans le couloir (en leur offrant de la nourriture comme récompense quand ils adoptaient le comportement désiré). Lanier et coll.

(1999) suggèrent que l'habituation modifie ce que l'animal perçoit comme une expérience effrayante; ainsi, habituer le bison à se soumettre à des manipulations courantes dans un couloir de contention contribue à réduire les blessures tout en conservant le génotype sauvage dans le troupeau.

La fréquence des contacts avec les humains déterminera le degré de méfiance du bison et aura une incidence sur sa zone de fuite. En outre, un bison ayant eu une mauvaise expérience de manipulation sera plus difficile à manipuler par la suite (Goddard, 2014). La zone de fuite correspond à la distance critique à laquelle un animal ou un groupe d'animaux prend la fuite lorsqu'il est approché par un autre animal, un humain ou un objet. La zone de fuite du bison est généralement beaucoup plus grande que celle des bovins, et la meilleure façon pour les préposés de déplacer un bison consiste à travailler à la limite de cette zone. Les préposés doivent éviter l'angle mort directement derrière l'animal et, autant que possible, se tenir d'un seul côté du bison, de préférence en dehors de l'enclos. Les préposés doivent éviter de pénétrer profondément dans la zone de fuite, sans quoi le bison paniquera et tentera de s'échapper. Parfois, les bisons en panique sont désorientés et se mettent à courir partout; ils risquent alors de se blesser en percutant une clôture, un corral ou un autre objet. Les bisons isolés, dans un petit groupe à l'écart d'un troupeau ou exposés à de nouveaux préposés, bruits ou objets sont plus susceptibles de prendre la fuite. Idéalement, les installations de manipulation doivent être conçues de façon à ce que le bison veuille instinctivement se déplacer dans la direction désirée (le bison voudra sortir du corral à l'endroit où il y est entré), réduisant ainsi le stress de la manipulation.

2.5 Vautrement et frottement

Le vautrement (fait de se rouler sur le sol) est un comportement observé fréquemment chez le bison d'Amérique, mais rarement chez les bovins domestiqués. Si le bison semble se vautrer d'abord pour des raisons de toilettage et de confort (Coppedge et Shaw, 2000), ce comportement pourrait néanmoins avoir beaucoup d'autres fonctions. Voici certaines causes de vautrement et de frottement suggérées : toilettage associé à la mue, interactions entre mâles (comportement typiquement observé lors du rut), cohésion sociale, jeu, soulagement de l'irritation causée par les piqûres d'insectes, réduction des ectoparasites (tiques et poux) et thermorégulation (McMillan et coll., 2000). La mue, le rut et les assauts des insectes surviennent simultanément en été; cette combinaison de facteurs pourrait donc être la cause de l'encornage et du vautrement (Coppedge et Shaw, 1997).

Différents comportements de vautrement et de frottement – utilisation de la langue pour le toilettage, grattage avec le sabot arrière, frottement contre un arbre ou un autre objet stationnaire – seraient efficaces à divers degrés pour déloger les tiques non fixées (Mooring et Samuel, 1998). La première ligne de défense contre les tiques du bison est son pelage, qui comprend plus de poils primaires par pouce carré que celui de tout autre bovidé – dix fois plus que celui des bovins – et son sous-pelage laineux (Lott, 2002). McHugh (1958) a souvent vu des bisons se frotter la tête, le cou et parfois les côtés sur des souches, de grosses branches basses et des troncs d'arbre. Il indique aussi que si le frottement contre un arbre permet d'enlever des touffes de poil d'hiver pendant la mue, ce n'est pas la seule utilité de ce comportement, observé pendant les quatre saisons.

McHugh (1958) rapporte que le vautrement chez le bison implique un à trois gestes : renifler le sol, le piétiner et se rouler dessus. Il a également observé que les deux premiers gestes étaient parfois omis, mais jamais le roulement. En observant des bisons sauvages et commerciaux, McHugh a par ailleurs constaté que, peu importe la saison, le vautrement était précédé ou suivi d'un encornage ou d'un frottement de tête sur le sol ainsi que d'un mouvement de cou, le bison étirant et fléchissant le cou

et se grattant parfois le dos avec les cornes. La plupart du temps, les bisons se vautraient à des endroits où le sol avait déjà été entamé par un vautrement précédent. Le reste du temps, ils privilégiaient les zones nues naturelles, les monticules de chiens de prairie, les flaques de boue et, à l'occasion, la neige. Le vautrement était particulièrement fréquent chez les mâles pendant le rut (McHugh, 1958), mais a été observé toute l'année chez les deux sexes. Au sein du troupeau, on croit que les mâles adultes se vautrent plus souvent que les femelles adultes, et qu'autant les mâles que les femelles adultes se vautrent plus souvent que les bisons d'un an.

Dans une étude sociale menée sur des bisons confinés, Reinhardt (1985) a observé que 13 % des cas de vautrement s'accompagnaient d'une agression; or, la structure sexuelle du troupeau à l'étude favorisait probablement le vautrement agressif chez les mâles : le ratio mâles/femelles était de 1:7, d'où une forte compétition pour l'accès à l'accouplement. Bien que beaucoup d'études (Coppedge et Shaw, 2000; McHugh, 1958; Reinhardt, 1985) appuient l'hypothèse selon laquelle le vautrement est d'abord un comportement adulte, puisque sa fréquence augmente avec l'âge, Coppedge et Shaw (2000) ont aussi constaté que, malgré les changements dans la structure d'âge et de sexe des animaux à l'étude, le vautrement se produisait toujours; les auteurs ont d'ailleurs observé des interactions agressives entre des femelles qui se vautraient. Le vautrement a également été observé par McHugh (1958) chez des veaux d'à peine 13 jours; quoique, leur comportement n'était pas exactement celui des adultes avant l'âge d'un mois.

Reinhardt (1985) a observé que le vautrement était beaucoup plus fréquent l'été et était pratiqué surtout par des animaux adultes de statut élevé. McMillan et coll. (2000) ont étudié quant à eux les cycles circannuels et circadiens de fréquence de vautrement chez le bison d'Amérique dans une prairie d'herbes hautes. Ils ont observé que la fréquence de vautrement avait augmenté d'avril à la fin de juin la première année et d'avril à juillet la deuxième année, culminait en septembre, puis demeurait basse de novembre à mars. Par ailleurs, la fréquence de vautrement était élevée tôt le matin, culminait en début d'après-midi, puis baissait en milieu d'après-midi et en soirée.

Dans une étude sur le rôle du toilettage et du pelage comme stratégie de défense contre les tiques, Mooring et Samuel (1998) ont observé les bisons des plaines du Parc national Elk Island d'octobre 1995 à juin 1996. Pendant cette période, ils ont constaté que le toilettage était le plus fréquent en octobre, quand les larves des tiques d'hiver se nourrissaient de sang. Le nombre d'épisodes de grattage par heure variait considérablement d'un stade de vie de la tique à l'autre chez les bisons de tous les âges et les sexes, culminant en octobre pendant que les larves se nourrissaient. La fréquence de vautrement a elle aussi culminé en octobre chez toutes les catégories de bisons du troupeau.

Coppedge et Shaw (2000) ont suggéré que le bison montre une préférence pour certains microsites – par exemple ceux qui présentent de petites zones de sol grossier exposé soit à la suite d'un feu ayant détruit la végétation en surface, soit par d'autres animaux –, préférence qui influence le vautrement. Vinton et coll. (2015) ont observé que le bison préférait brouter dans des zones brûlées que non brûlées, et les bisons étudiés par Coppedge et Shaw (1998) montraient eux aussi une préférence marquée pour les sites de broutage brûlés le printemps ou l'automne. Les zones récemment brûlées présentent par ailleurs la plus forte concentration de sol exposé ou sans végétation, caractéristique qui en fait des sites de prédilection pour le vautrement du bison (Bowyer et coll., 1998). Coppedge et Shaw (2000) et Coppock et coll. (1983) ont observé dans les Grandes Plaines d'Amérique du Nord que le bison aimait se vautrer aux endroits où le sol avait été travaillé – notamment, dans l'étude de Coppedge et Shaw (2000), près des trous creusés par des coyotes (*Canis latrans*) ou des blaireaux (*Taxidea taxus*) et des monticules de fourmis (*Formicidae*).

2.6 Litière, ombre et protection contre le vent

Il n'existe actuellement aucune preuve scientifique permettant de savoir si le bison utiliserait ou non une litière, des zones d'ombre ou des abris contre le vent, ni s'il en a besoin ou non. On sait toutefois que le bison tolère extrêmement bien le froid et, contrairement à d'autres bovidés sauvages et bovins domestiqués (dont le métabolisme accélère par temps froid), qu'il maintient ou réduit sa vitesse de métabolisme jusqu'à -30 °C s'il ne vent pas (Christopherson et coll., 1978; Christopherson et coll., 1979a). Le bison conserve son énergie thermique en période de temps froid et de rareté de la nourriture en réduisant au minimum son niveau d'activité physique (Mooring et Samuel, 1998). L'évolution a conféré au bison de nombreuses caractéristiques physiologiques et anatomiques qui font de lui un animal extrêmement bien adapté aux hivers rigoureux. D'autres espèces, dont les bovins et les chevaux, ont tendance à se placer dos au vent. Or le bison se tient face au vent, comportement qui favorise sa survie (HaBpacher, 1999). Il empêche ainsi la neige, la glace et l'air froid de pénétrer sous son pelage et de lui donner froid; sans compter que son pelage d'hiver dense et laineux le garde au chaud (HaBpacher, 1999).

Le bison présente plusieurs caractéristiques morphologiques qui l'aident à résister au cryostress, dont son pelage. Celui-ci possède des propriétés isolantes plus élevées que celui de tous les autres bovidés, grâce à sa densité très élevée et à la présence d'un épais sous-pelage laineux (Mooring et Samuel, 1998). Bien qu'il ait indéniablement évolué en réaction au cryostress, le pelage du bison agit également comme barrière contre les tiques; le bison peut ainsi réduire considérablement sa fréquence de toilettage l'hiver et au début du printemps, lorsqu'il doit conserver son énergie (Mooring et Samuel, 1998).

2.7 Recherches futures

Une meilleure compréhension des comportements de base et du langage corporel du bison réduirait le stress pendant les manipulations courantes et améliorerait les méthodes de rassemblement, la sécurité des travailleurs et la conception des installations de manipulation. Il faudrait faire des recherches pour évaluer les éventuels avantages d'offrir une litière, des zones d'ombre et des abris contre le vent au bison, surtout comme protection contre la pluie verglaçante et la boue le printemps et l'automne. Si l'on considère généralement que les abris contribuent au bien-être des bovins; on ignore s'ils profitent aussi au bison, qui possède des caractéristiques physiologiques et anatomiques différentes. Il faudrait observer en détail le comportement du bison pour savoir s'il utiliserait vraiment des abris (naturels ou fabriqués), et, si oui, à quel âge et dans quelles conditions météorologiques. Une analyse détaillée des facteurs associés au vautrement chez le bison est également nécessaire; il faudrait surtout des comparaisons entre les sites de vautrement privilégiés.

Références

- Berger, J. et C. Cunningham (1995). « Multiple bottlenecks, allopatric lineages and badlands bison *Bos bison*: consequences of lineage mixing », *Biological Conservation*, vol. 71, p. 13-23.
- Bowyer, R.T., X. Manteca et A. Hoymork (1998). « Scent marking in American bison: morphological and spatial characteristics of wallows and rubbed trees » dans *International Symposium on Bison Ecology and Management in North America*, p. 81-91.
- Brandle, J.R., L. Hodges et X.J. Zhou (2004). « Windbreaks in North American agricultural systems », *Agroforestry Systems*, vol. 61, p. 65-78.
- Christopherson, R.J., H.W. Gonyou et J.R. Thompson (1979). « Effects of temperature and feed intake on plasma concentration of thyroid hormones in beef cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 59, p. 655-661.
- Christopherson, R.J., R.J. Hudson et R.J. Richmond (1978). « Comparative winter bioenergetics of American bison, yak, Scottish Highland and Hereford calves », *Acta Theriologica*, vol. 23, n° 2, p. 49-54.
- Christopherson, R.J., R.J. Hudson et M.K. Christophersen (1979b). « Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of bison and cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 59, p. 611-617.
- Coppedge, B.R. et J.H. Shaw (2000). « American bison *Bison bison* wallowing behavior and wallow formation on tallgrass prairie », *Acta Theriologica*, vol. 45, n° 1, p. 103-110.
- Coppedge, B.R. et J.H. Shaw (1997). « Effects of Horning and Rubbing Behavior by Bison (*Bison bison*) on Woody Vegetation in a Tallgrass Prairie Landscape », *American Midland Naturalist*, vol. 138, p. 189-196.
- Coppedge, B.R. et J.H. Shaw (1998). « Bison Grazing Patterns on Seasonally Burned Tallgrass Prairie », *Journal of Range Management*, vol. 51, p. 258-264.
- Coppock, D.L., J.E. Ellis, J.K. Delting et M.I. Dyer (1983). « Plant herbivore interactions in a North America mixed-grass prairie II. Responses of bison to modification of vegetation by prairie dogs », *Oecologia*, vol. 56, p. 10-15.
- Curtis, S.E. (1983). « Primary environmental modifications » dans *Environmental Management in Animal Agriculture*, Iowa State University Press, Ames (Iowa), p. 311-318.
- Goddard, P. (2014). « Deer Handling and Transport » dans *Livestock Handling and Transport, 4th Edition: Theories and Applications*, sous la direction de Temple Grandin, CAB International (Royaume-Uni).
- Gunderson, H.L. et B.R. Mahan (1980). « Analysis of sonograms of American bison (*Bison bison*) », *Journal of Mammalogy*, vol. 61, n° 2, p. 379-381.
- HaBpacher, T. (1999). « Behavioral Study of North American Bison Living in Europe », *Smoke Signals*.
- Humane Farm Animal Care (2014), *Animal Care Standards: Bison*.

- Hunter, D. (2009). « Bison Health » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 99-113.
- Kiley-Worthington, M. (1976). « Tail movements of ungulates, canids and felids with particular reference to their causation and functions as displays », *Behaviour*, vol. 56, p. 69-115.
- Klemm, K. (2009). « Bison Management » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 67-79.
- Kossler, M. (2009). « Low Stress Bison Handling » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 81-98.
- Lanier, J., T. Grandin, A. Chaffin et T. Chaffin (1999) « Training American Bison (*Bison bison*) calves », *Bison World*, p. 94-99.
- Lefaive, T. (2009). « Getting Started With the Right Animal » dans *Bison Producers' Handbook*, p. 35-43.
- Lott, D.F. (1981). « Sexual behavior and intersexual strategies in American bison, *Bison bison* », *Zeitschrift für Tierpsychologie*, vol. 56, p. 97-114.
- Lott, D.F. (1974). « Sexual and aggressive behaviour of bison » dans *The behaviour of ungulates and its relation to management*, sous la direction de V. Geist et F. Walther, Morges (Suisse), Union internationale pour la conservation de la nature, p. 382-394.
- Lott, D.F. (1979). « Dominance relations and breeding rate in mature male American bison », *Zeitschrift für Tierpsychologie*, vol. 49, p. 418-432.
- Lott, D.F. (2000). *American Bison. A Natural History*.
- McHugh, T. (1958). « Social behaviour of the American buffalo (*Bison bison*) », *Zoologica*, vol. 43, p. 1-40.
- McMillan, B.R., M.R. Cottam et D.W. Kaufman (2000). « Wallowing behavior of American bison (*Bos bison*) in Tallgrass Prairie: an examination of alternate explanations », *American Midland Naturalist*, vol. 144, n° 1, p. 159-167.
- Mooring, M.S. et W.M. Samuel (1998). « Tick defense strategies in bison: the role of grooming and hair coat », *Behaviour*, vol. 135, p. 693-718.
- Mooring, M.S., M.L. Patton, D.D. Reisig, E.R. Osborne, A.L. Kanallakan et A.L. Aubery (2006). « Sexually dimorphic grooming in bison: the influence of body size, activity budget and androgens », *Animal Behaviour*, vol. 72, p. 737-745.
- Reinhardt, V. (1985). « Social Behaviour in a Confined Bison Herd », *Behaviour*, vol. 92, p. 209-226.
- Vinton, M.A., D.C. Hartness et J.M. Briggs (2015). « Interactive effects of fire, bison (*Bison bison*) grazing and plant community composition in tallgrass prairie », *American Midland Naturalist*, vol. 129, p. 10-18.
- Wolff, J.O. (1998). « Breeding strategies, mate choice, and reproductive success in American bison », *Oikos*, vol. 83, p. 529-544.

Wyman, M.T., M.S. Mooring, B. McCowan, M.C.T. Penedo et L.A. Hart (2008). « Amplitude of bison bellows reflects male quality, physical condition and motivation », *Animal Behaviour*, vol. 76, p. 1625-1639.

Wyman, M.T., M.S. Mooring, B. McCowan, M.C.T. Penedo, D. Reby et L.A. Hart (2012). « Acoustic cues to size and quality in the vocalizations of male North American bison, *Bison bison* », *Animal Behaviour*, vol. 84, p. 1381-1391.

3 EUTHANASIE À LA FERME

Conclusions

- 1. Il existe peu de renseignements précis sur le calibre d'arme à feu et le type de munition à utiliser pour euthanasier un bison. On sait toutefois que la combinaison arme/munition choisie doit produire une énergie initiale d'au moins 300 pi-lb (407 J) pour les animaux de 400 lb (180 kg) et moins. Pour les animaux de plus de 400 lb, il faut 1000 pi-lb (1356 J) d'énergie initiale.**
- 2. Il faut absolument connaître les bons points de repère pour l'euthanasie, ces repères étant assez différents chez le bison et chez les bovins. Comme le crâne du bison est épais, il faut utiliser des armes à feu de plus gros calibre que pour d'autres espèces.**
- 3. L'euthanasie par injection intraveineuse de médicaments approuvés est très rare et doit absolument être effectuée par une personne qualifiée, habituellement un vétérinaire autorisé.**

3.1 Introduction

Le mot *euthanasie* vient du grec et signifie littéralement « bonne mort ». L'objectif est donc de mettre fin à la vie de l'animal avec un minimum de douleur, de peur et de détresse. Dans son document *Guidelines for the Euthanasia of Animals* (2013), l'American Veterinary Medical Association (AVMA) définit l'euthanasie comme une méthode d'abattage qui réduit au minimum la douleur, la détresse et l'anxiété ressenties par l'animal lorsqu'il est encore conscient et qui provoque une perte de conscience rapide suivie d'un arrêt cardiaque ou respiratoire, puis la mort.

Euthanasier un bison sans cruauté n'est pas évident pour les producteurs et les vétérinaires. La difficulté tient surtout à la taille et au comportement du bison, très différents de ceux de la plupart des animaux d'élevage. Par exemple, l'anatomie du bison (ex. : crâne épais, surtout chez les mâles matures) peut causer des problèmes. Une euthanasie à la ferme peut s'imposer pour diverses raisons, notamment une blessure ou une maladie grave ou une fuite. Peu importe le motif d'euthanasie, le premier devoir du préposé consiste à soulager la douleur et la détresse de l'animal avec un maximum d'efficacité et un minimum de stress.

3.2 Techniques d'euthanasie

Une fois la décision prise, le but est de réduire au minimum la douleur, la détresse et les effets néfastes ressentis par l'animal à euthanasier. L'absence de cruauté dans la façon de mettre fin à la vie de l'animal est une considération éthique importante (AVMA, 2013). La technique employée doit provoquer une perte de conscience rapide suivie d'un arrêt cardiaque ou respiratoire et, enfin, de l'arrêt des fonctions cérébrales. Outre la technique d'euthanasie, la méthode de manipulation doit elle aussi réduire au minimum le stress de l'animal avant la perte de conscience (AVMA, 2013).

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) propose sur son site Web des lignes directrices spécifiques au bison (annexe A – Directives d'assomage spécifiques aux espèces); elles sont toutefois

conçues pour les abattoirs, pas pour l'euthanasie à la ferme. Les lignes directrices de l'ACIA décrivent en détail les exigences de manipulation et de contention ainsi que les points de repère et les approches pour les mâles matures et immatures et les femelles matures (voir en annexe). On y décrit deux dispositifs d'assommage mécanique, soit le pistolet à projectile captif et les armes à feu. D'autres lignes directrices sur l'euthanasie sans cruauté du bétail (non spécifiques au bison) ont été élaborées notamment par le service d'inspections de salubrité alimentaire du département américain de l'agriculture (USDA), le North American Meat Institute, l'American Association of Bovine Practitioners, la Humane Slaughter Association, l'American Veterinary Medical Association et l'Association canadienne des médecins vétérinaires.

Enfin, les techniques d'euthanasie suivantes sont toutes inacceptables pour le bison : traumatisme contondant, injection d'agents non autorisés, embolie gazeuse, électrocution et exsanguination sans assommage.

3.2.1 Manipulation et contention

Lorsqu'un bison est euthanasié à la ferme, c'est généralement dans un pâturage ou un enclos ouvert, sans que l'animal soit manipulé ou retenu. En limitant les manipulations avant de tirer, on obtient le plus bas taux de cortisol dans le sang (Galbraith, 2011). Si l'animal est peu habitué aux contacts humains, il faudra éviter ces contacts autant que possible avant le coup de feu (Shearer et Ramirez, 2013). Un bison peu habitué à être manipulé s'expose à la myopathie de captivité, une maladie dégénérative reconnue qui s'attaque aux fibres musculaires. Cette maladie causée par un effort et une chaleur extrêmes entraîne presque toujours la mort. Selon le troupeau, la meilleure façon de garder les bisons immobiles assez longtemps pour que le tireur ait le temps de bien viser sera soit de nourrir les bisons avant de tirer, soit de s'approcher du troupeau dans un véhicule familier. Comme pour les autres aspects du processus d'euthanasie, il incombe aux préposés de tout faire pour réduire au minimum l'anxiété, la peur, la douleur et la détresse ressenties par l'animal.

Les résultats obtenus par Galbraith (2011) dans une étude sur les déterminants de la qualité de la viande chez les animaux abattus dans un enclos par un abattoir mobile ou confinés avant l'abattage confirment les avantages de tuer le bison dans son enclos s'il doit être euthanasié à la ferme. Le taux de cortisol plasmatique était beaucoup plus bas ($P < 0,01$) chez les animaux abattus dans un enclos que chez ceux qui avaient été confinés ou transportés à l'abattoir. Le taux de cortisol plasmatique plus élevé chez les animaux confinés ou transportés montre l'aversion du bison à l'isolement, à la manipulation, au confinement et aux perturbations de son comportement naturel qu'occasionnent ces traitements.

Ces résultats concordent avec ceux de Pollard et coll. (2002), qui ont étudié les effets des manipulations préabattage sur la chimie du sang de wapitis (*Cervus elaphus*) abattus dans leur enclos ou transportés à l'abattoir. La concentration de cortisol plasmatique chez les wapitis abattus dans leur enclos était celle d'animaux non stressés, tandis que celle des wapitis tués à l'abattoir indiquait la présence de stress.

3.2.2 Points de repère anatomiques / où tirer

Pour abattre un animal, il faut bien comprendre les points de repère à utiliser; ceux du bison et des bovins sont d'ailleurs assez différents. Il faut absolument que le projectile pénètre dans le cerveau de l'animal et cause une perte de conscience instantanée. Avec une arme à feu, l'angle de tir doit

permettre au projectile de ressortir par le trou occipital (*foramen magnum*). Des diagrammes montrant les points de repère anatomiques du bison sont présentés en annexe (gracieuseté de W. Olson, 2015). Les lignes directrices sur l'euthanasie du National Animal Health Emergency Management System (NAHEMS) (2004) suggèrent de bien former les personnes n'ayant suivi aucun cours sur l'anatomie de l'espèce pour qu'elles puissent visualiser l'emplacement du trou occipital, la trajectoire du projectile étant un déterminant important du succès de l'euthanasie. Pour les animaux en liberté (comme le bison), les lignes directrices sur l'euthanasie de l'AVMA (2013) recommandent de viser la tête. Si c'est impossible, on peut alors viser le cœur, situé très bas dans la cavité thoracique (voir en annexe). Par ailleurs, un bison alarmé ou agressif va souvent faire face à la menace en maintenant la tête levée. Dans ce cas, n'essayez pas de tirer dans le front, car la balle frappera l'os avant de dévier; tirez plutôt dans la région du cœur et des poumons.

3.2.3 Pistolet à projectile captif

Bien que rarement utilisée pour euthanasier un bison à la ferme, cette méthode mérite une brève présentation. D'après les directives d'assommage de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), le projectile utilisé doit mesurer au moins 12 cm (4 3/4 po) pour un animal immature et au moins 15 cm (6 po) pour un animal d'un an ou plus. L'ACIA recommande d'utiliser un pistolet à projectile captif de calibre 25 ou plus et une charge élevée pour un maximum d'efficacité. La vitesse du projectile doit par ailleurs être évaluée quotidiennement avec le dispositif fourni par le fabricant ou un appareil semblable. L'ACIA indique par ailleurs que les problèmes d'assommage surviennent généralement lorsque de mauvais points de repère sont utilisés et/ou que le dispositif d'assommage mécanique n'est pas perpendiculaire au crâne (ACIA, 2013). L'utilisation du pistolet à projectile captif doit être suivie d'un jonchage ou d'une saignée, car elle ne suffit pas à provoquer la mort.

3.2.4 Armes à feu et calibre

Considérant la difficulté de contrôler des animaux en liberté (comme le bison) et le stress associé aux contacts humains, l'utilisation d'armes à feu est souvent la méthode d'euthanasie privilégiée. Bien utilisée, l'arme à feu est un des moyens les plus rapides et les plus efficaces de tuer un animal sans cruauté (Humane Slaughter Association, 2013). Un coup de feu réussi provoque instantanément la perte de conscience et la mort, ne coûte pas cher et n'exige aucun contact rapproché avec l'animal (American Association of Bovine Practitioners, 2014). Ce dernier aspect est particulièrement important pour l'euthanasie du bison. Règle générale, il faut utiliser une arme et un projectile plus gros et plus puissants si aucune saignée n'est effectuée après le coup de feu.

Les armes de poing, les carabines et les fusils de chasse tirent des projectiles libres (balles ou plombs) censés tuer l'animal immédiatement s'ils sont tirés de près, sans autre mesure de la part du tireur (Humane Slaughter Association, 2013). En visant la tête à courte distance, on cherche à tuer l'animal instantanément. Le projectile libre (balle ou plomb) est parfait puisqu'il détruit le bulbe rachidien (tronc cérébral) – partie du cerveau qui régit la respiration et d'autres fonctions vitales –, parfois, en endommageant préalablement le cortex cérébral et le cerveau moyen (Humane Slaughter Association, 2013).

L'énergie cinétique (énergie initiale) d'un projectile est l'énergie qu'il produit en quittant le canon de l'arme après un coup de feu (AVMA, 2013). L'énergie initiale est fréquemment utilisée comme indicateur du potentiel de destruction d'un projectile : plus la balle est grosse et plus sa vitesse est élevée, plus son énergie initiale et sa capacité de détruire les objets qu'elle traverse sont grandes (AVMA, 2013). Une carabine produit une énergie initiale plus élevée qu'une arme de poing et

représente souvent un meilleur choix dans les situations où un animal agité doit être abattu de loin (American Association of Bovine Practitioners, 2014). Le bison ayant un crâne très épais, les armes utilisées pour d'autres espèces – dont les bovins – n'auront pas forcément un calibre suffisant. L'Agence canadienne d'inspection des aliments (2013) recommande d'utiliser la plus lente vitesse et la plus faible énergie possibles pour abattre un animal afin de prévenir les ricochets, un danger potentiel des armes à grande vitesse. Quelle que soit l'arme choisie, le tireur doit savoir bien s'en servir.

Pour déterminer si une arme à feu ou un type de munition convient pour l'euthanasie d'un animal, il faut d'abord comprendre quelques principes de base. Par exemple, l'énergie cinétique d'un objet augmente avec la vitesse et le poids ou la masse de l'objet (AVMA, 2013). En outre, certaines balles légères à vélocité élevée produisent une forte énergie initiale mais offrent un faible potentiel de pénétration, caractéristique qui peut s'avérer problématique quand on tire dans un os épais comme un crâne de bison (AVMA, 2013).

Dans une étude où McCorkell et coll. (2013) ont comparé le stress physiologique associé au transport et celui causé par l'abattage des bisons à la ferme, la méthode d'euthanasie à la ferme était la suivante : balle Foster de 2¾ po (1 oz) tirée dans le crâne avec un fusil de chasse de calibre 12. Si l'on s'attarde beaucoup au type d'arme à feu à utiliser pour euthanasier du bétail, rappelons que le fusil n'est que le mécanisme de propulsion; le choix du projectile est possiblement le critère le plus important (AVMA, 2013). Pour l'euthanasie, la combinaison arme/munition choisie doit produire une énergie initiale d'au moins 300 pi-lb (407 J) pour les animaux de 400 lb (180 kg) et moins, et d'au moins 1000 pi-lb (1356 J) pour les animaux de plus de 400 lb (AVMA, 2013). La plupart des armes de poing ne produisent pas assez d'énergie initiale pour euthanasier un animal de plus de 400 lb (180 kg), d'où la nécessité d'utiliser une carabine (AVMA, 2013).

Les lignes directrices d'Animal Welfare Approved (2015) prévoient que le bison doit être euthanasié avec un fusil de chasse de gros calibre et interdisent toute méthode d'euthanasie causant au bison ou au veau une douleur ou une souffrance indue. Sont notamment interdits l'électrocution, la suffocation, l'exsanguination sans perte de conscience préalable, l'empoisonnement et les coups à la tête avec un objet contondant (Animal Welfare Approved).

3.2.5 Euthanasie par injection intraveineuse de médicaments approuvés

Très rare, cette intervention ne peut être réalisée que par une personne qualifiée, habituellement un vétérinaire autorisé. L'animal doit impérativement être maîtrisé avant toute tentative d'injection. S'il est encore capable de bouger, il faudra utiliser des méthodes de contention pour assurer la sécurité et prévenir les interruptions. On peut tranquilliser l'animal avant l'euthanasie dans certains cas, mais ce n'est pas obligatoire. L'injection doit être réalisée dans une veine superficielle assez grosse pour la taille de l'aiguille; les sites d'injection sont donc limités aux membres et au cou. Après l'euthanasie, la carcasse de la bête devient dangereuse si d'autres animaux s'en nourrissent. Il faut donc la mettre à l'abri des détritivores.

3.2.6 Détermination de la mort

Peu importe la méthode d'euthanasie utilisée, il faut confirmer que l'animal est bien mort. Dans certains cas, il faudra former la personne appelée à confirmer la mort en lui faisant observer des

animaux vivants (Woods et coll., 2010). Un animal bien abattu par coup de feu à la tête chute immédiatement, cesse de respirer et se met parfois à saigner abondamment par le nez, la bouche ou le point d'entrée du projectile. Sa carcasse peut présenter des contractions musculaires immédiates exagérées ou, au contraire, un relâchement complet (Humane Slaughter Association, 2013).

Plusieurs indicateurs permettent de confirmer la mort : aucun clignement d'yeux, paupières fixes et dilatées, absence de respiration régulière, mâchoire relâchée et langue pendante et absence de battements cardiaques, entre autres (DairyNZ, 2014). Il faut faire attention avant de confirmer la mort, puisqu'un animal inconscient peut présenter une respiration très superficielle et des battements cardiaques très faibles qui seront difficiles à percevoir. Le préposé doit vérifier la présence de signes de vie immédiatement après l'abattage, puis reconfirmer le tout 3 à 5 minutes plus tard (DairyNZ, 2014).

Voici quelques indicateurs d'un coup de feu réussi :

- chute immédiate de l'animal et arrêt respiratoire;
- carcasse tendue ou relâchée;
- regard fixe et vitreux;
- absence de réflexe cornéen;
- convulsions possibles jusqu'à une minute après la mort.

3.3 Particularités des différentes catégories d'animaux (femelles, mâles, jeunes)

La meilleure façon d'assurer une mort sans cruauté, ainsi que divers autres facteurs, dépend de la taille de l'animal. Plus précisément, la méthode d'euthanasie pour les veaux et les mâles doit être particulièrement bien choisie (ex. : les questions éthiques ne changent pas pour le veau parce qu'il est petit ou plus facile à manipuler) (American Association of Bovine Practitioners, 2014). Les mâles présentent un défi particulier vu leur taille, leur tempérament et l'épaisseur de leur crâne (American Association of Bovine Practitioners, 2014). L'épaisseur combinée de la peau recouvrant l'os frontal et de l'os lui-même peut atteindre 3,8 cm, sans compter que les mâles matures ont généralement un pelage long et épais qui rend les points de repère autres que les cornes difficiles à voir (ACIA).

Comme l'indique Olson (2015), la composition du troupeau peut elle aussi influencer le processus d'euthanasie. Si le troupeau contient des femelles et des veaux, par exemple, il pourrait réagir différemment d'un groupe de mâles. Si plusieurs animaux d'un même enclos doivent être abattus, on peut les tuer un à la fois, en retirant rapidement la carcasse après le coup de feu. Il est bon de toujours laisser dans le pâturage ou l'enclos plus de bêtes que le nombre d'animaux à abattre. On évite ainsi qu'un ou deux bisons se retrouvent seuls dans un enclos. Après tout, l'abattage dans le champ a pour but de réduire le stress, et la solitude est très stressante pour le bison.

3.4 Décision d'euthanasier

L'euthanasie est la cessation sans cruauté de la vie d'un animal. Une euthanasie à la ferme peut s'avérer nécessaire pour différentes raisons : animal qui ne réagit pas bien au traitement ou qui présente un pronostic défavorable, fuite, sécurité humaine, exigences réglementaires, récoltes au champ. Le fait est que diverses situations nécessitant une euthanasie peuvent survenir à la ferme.

Dans certains cas, il faudra intervenir d'urgence après un événement traumatique; dans d'autres, la décision d'euthanasier sera prise après une évaluation du statut locomoteur, des chances de guérison ou de l'état perçu d'un animal malade (Woods et coll., 2010). Parmi les facteurs qui influenceront la décision d'euthanasier ou non, citons le degré de douleur et de détresse, les chances de récupération, la capacité de boire de l'eau et de manger ainsi que les questions économiques.

Chaque élevage doit se doter rapidement d'un plan d'euthanasie sans cruauté qui prévoit l'intervention d'un employé qualifié et compétent, d'un transformateur autorisé ou d'un vétérinaire (HFAC, 2014). Blackwell (2004) a constaté qu'il était plus facile pour un préposé d'euthanasier un porc malade ou blessé si la ferme avait une politique écrite énonçant clairement les conditions dans lesquelles l'euthanasie s'impose. Les personnes qui prennent soin des animaux ont le devoir d'offrir aux bêtes une mort sans cruauté, soit une bonne mort pour l'animal (AVMA, 2013).

Les proies (dont les bisons) évitent instinctivement les expressions de douleur pour ne pas attirer l'attention des prédateurs (Woods et coll., 2010). Si vous ne savez pas si un animal souffre ou pourquoi il souffre, consultez un professionnel ou un préposé d'expérience qui pourra vous aider à évaluer la situation (Woods et coll., 2010).

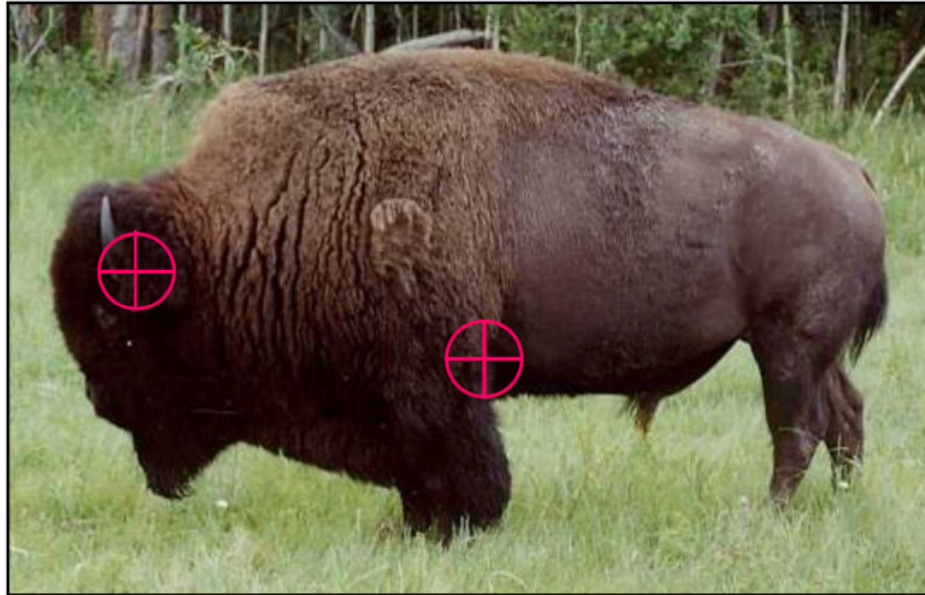
3.5 Recherches futures

Aucun article scientifique sur les techniques d'euthanasie des bisons n'a été publié à ce jour (quoique diverses associations professionnelles aient publié des lignes directrices). Il faudrait des renseignements précis sur le calibre d'arme à feu et le type de munition à utiliser pour euthanasier des bisons de différents âges.

Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments (2013). *Annexe A – Directives d'assomage spécifiques aux espèces – espèces à viande rouge. 4. Bison.*
- American Association of Bovine Practitioners (2014). *Practical Euthanasia of Cattle.*
- Animal Welfare Approved (2015). *Animal Welfare Approved Standards for Bison and Calves.*
- American Veterinary Medical Association (2013). *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals.*
- Blackwell, T.E. (2004). Production practices and well-being of swine. Dans: Benson, B.G. et B.E. Rollins (eds). *The Well-being of Farm Animals.* Blackwell Publishing, Ames, Iowa, p. 241-269.
- DairyNZ (2014). *Humane Slaughter: On-farm guidelines.*
- Galbraith, J.K. (2011). « Meat characteristics and stress of bison slaughtered in a mobile or stationary abattoir », thèse de doctorat, Université de l'Alberta, Edmonton, Canada.
- Humane Farm Animal Care (2014), *Animal Care Standards: Bison.*
- Humane Slaughter Association (2013). *Humane Killing of Livestock using Firearms*, www.hsa.org.uk.
- McCorkell, R., K. Wynne-Edwards, J. Galbraith, A. Schaefer, N. Caulkett, S. Boysen, E. Pajor et les finissants 2012 de l'UCVM (2013). « Transport versus on-farm slaughter of bison: Physiological stress, animal welfare, and avoidable trim losses », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 54, p. 769-774.
- National Animal Health Emergency Management System (NAHEMS) (2004). *Euthanasia operational guidelines*, USDA.
- Olson, W. (2015). *Draft: bison and bison management on the great northern plains.*
- Pollard, J.C. (2002). *Review of Deer Welfare.* Révue confidentiel préparé par DEEReasearch Ltd., Wellington, p. 64.
- Shearer, J.K. et A. Ramirez (2013). *Procedures for Humane Euthanasia: humane euthanasia of sick, injured and/or debilitated livestock.* Iowa State University.
- Woods, J., J.K. Shearer et J. Hill (2010). « Recommended on-farm euthanasia practices » dans *Improving Animal Welfare: A Practical Approach*, sous la direction de T. Grandin, p. 185-226.

ANNEXE



Lorsque tout le profil du bison est visible, il est possible de tirer à deux endroits. Si vous tirez sur le côté de la tête, visez la base postérieure de la corne. La balle atteindra alors la cavité cérébrale et causera instantanément la mort.

S'il est impossible de tirer sur la tête, vous pouvez tirer sur le cœur. Le cœur se situe très bas dans la cavité thoracique, directement sur la ligne de démarcation de la cape et à peine 4 po (10 cm) environ au-dessus de la ligne thoracique ventrale. Visez juste au-dessus de l'intersection entre le thorax et le coude.

Ne tirez pas à l'arrière de la démarcation de la cape, qui correspond grosso modo à l'emplacement du diaphragme. Une balle tirée à l'arrière de cette ligne atteindra l'estomac ou possiblement le poumon, mais sans être fatale.

Au besoin, tirez légèrement en avant de la ligne de la cape; la patte avant sera alors cassée, ce qui ralentira le bison. Tirez une deuxième fois pour assurer une mort rapide.



Un bison alarmé ou agressif va souvent faire face à la menace en maintenant la tête levée.

Dans ce cas, n'essayez pas de tirer dans le front; la balle frappera l'os avant de dévier.

Imaginez une ligne horizontale à l'intersection du ventre et des pattes avant, puis tirez au centre de cette ligne. La balle atteindra alors la région du cœur et des poumons, provoquant une mort rapide, mais pas instantanée.

Ci-dessous :



L'idéal est toujours de tirer quand l'animal s'éloigne en diagonale. Dans cet angle, visez la base de la corne pour provoquer une mort instantanée. Si la balle atteint le cou, elle va généralement faire éclater la colonne vertébrale; si elle frappe à droite, elle va quand même détruire la plaque crânienne.



Le bison réagit de façon prévisible quand un membre du troupeau meurt rapidement : il se dirige immédiatement vers le bison à terre pour l'examiner.

C'est ce comportement qui a causé la perte de vastes troupeaux de bisons autrefois, alors que les chasseurs abattaient simplement un grand nombre de bêtes l'une après l'autre. Les principes appliqués au 19^e siècle demeurent valables aujourd'hui.

Une série d'abattages consécutifs fonctionne seulement si chaque bison tombe immédiatement après le coup de feu. Si l'animal est blessé et prend la fuite, le reste du troupeau va le suivre; il sera donc impossible d'abattre d'autres bisons.

Cette technique était particulièrement efficace autrefois parce que le canon du fusil devenait très chaud après un coup de feu; résultat, le fusil perdait en précision si le tireur faisait feu trop rapidement. Ce défaut de conception obligeait le tireur à prendre son temps et à tirer de façon précise et méthodique pour abattre immédiatement chaque animal. Le nombre de bisons tués était donc limité seulement par le nombre de peaussiers et leur talent.

Le même principe s'applique aujourd'hui, surtout si on veut conserver la viande ou d'autres parties des bisons abattus. Les carcasses de bison se réchauffent beaucoup plus vite que celles de tous les autres ongulés; la viande se détériore donc rapidement.

ACIA – Bons points de repère pour l’assomage

Mâles matures



[a]



[b]



[c]

Mâles immatures



[d]



[e]

Femelles matures



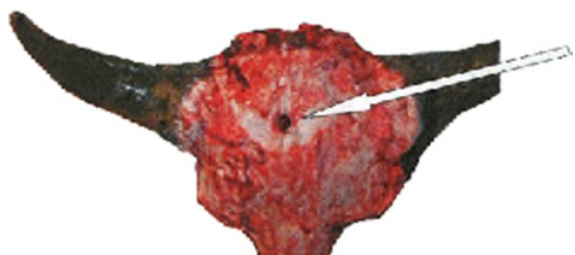
[g]

Point d'entrée du projectile



[e]

[f]



Point d'entrée du projectile








[e]

[h]



Point d'entrée du projectile et ligne imaginaire reliant la base des deux cornes

Légende – bons points de repère pour l'assomage du bison

Image	Description
	Ligne reliant la base des deux cornes.
	Emplacement du tronc cérébral et du cerveau moyen, au centre du crâne.
	Point d'entrée du projectile.
	Trajectoire du projectile en direction du tronc cérébral et du cerveau moyen.
	Flèche indiquant le point d'entrée du projectile dans le crâne et la cavité cérébrale.

Mauvais points de repère pour l'assommage

Crâne de bison



[i]

Note : L'exemple ci-dessus montre **ce qui se produit quand de mauvais points de repère sont utilisés**. Ce crâne de bison contient 10 trous de balle sur le devant, sur le côté et à l'arrière. La plupart des trous sur le devant sont trop bas (points de repère bovins) ou trop loin de la ligne médiane du crâne (marquant l'emplacement du cerveau moyen et du tronc cérébral) pour être efficaces.

Tableau 1 : Méthodes d'euthanasie acceptables

(* Notez l'absence de pistolet à projectile captif)

Méthode	Convient pour	Procédure et équipement
Abattage par balle	Veaux (moins de 181 kg [400 lb])	Exige un minimum de 407 joules (300 pieds-livres) d'énergie initiale. Exemples d'arme à feu appropriée : carabine ou fusil de chasse à percussion centrale de gros calibre (calibre 20 ou plus, à moins de 10 mètres [32 pi.]). <i>Note : Un long rifle ordinaire de calibre 22 produit de 119 à 138 joules (116-135 pieds-livres) d'énergie initiale et ne suffit pas à tuer un bison sans cruauté. La plupart des armes de poing produisent moins de 1350 joules (1000 pieds-livres) d'énergie initiale, ce qui ne suffit pas à tuer un bison sans cruauté.</i>

	<p>Animaux d'un an, femelles et mâles matures</p>	<p>Exige un minimum de 1356 joules (1000 pieds-livres) d'énergie initiale (NAHEMS, 2004). Exemples d'arme à feu appropriée : carabine à percussion centrale, fusil de chasse avec balles (non recommandé pour les mâles matures). <i>Note : Un long rifle ordinaire de calibre 22 produit de 119 à 138 joules (116-135 pieds-livres) d'énergie initiale et ne suffit pas à tuer un bison sans cruauté. La plupart des armes de poing produisent moins de 1350 joules (1000 pieds-livres) d'énergie initiale, ce qui ne suffit pas à tuer un bison sans cruauté.</i></p>
<p>Médicament d'euthanasie approuvé*</p>	<p>Tous les bisons</p>	<p>Doit être administré par un vétérinaire. Contention au besoin. Élimination sécuritaire de la carcasse si des barbituriques sont utilisés. <small>* Pour savoir quel médicament et quelle dose utiliser, les vétérinaires autorisés doivent se référer aux lignes directrices de l'ACMV.</small></p>

USDA (2004). *National Animal Health Emergency Management System Guidelines: Operational Guidelines – Euthanasia*, Washington, www.dem.ri.gov/topics/erp/naheems_euthanasia.pdf (page consultée en 2016).

Tableau 2 : Armes à feu et munitions recommandées pour l'euthanasie du bison

(chiffres tirés du site www.shooterscalculator.com/bullet-kinetic-energy.php)

Type	Cartouche	Énergie initiale (pieds-livres)*
Carabine à percussion annulaire	<i>22 long rifle</i>	105
	<i>17 HMR</i>	245
	<i>22 Win Mag</i>	338
Carabine à percussion centrale	223 Remington	1296
	7,62 x 39 mm	1527
	30-30	1903
	243 Winchester	1925
	270	2345
	260 Remington	2354
	308 Winchester	2719
	30-06 Springfield	2750
	7 mm Rem Mag	3221
	300 WM	3548
	300 RUM	4092
	338 Lapua Mag	4938

Fusil de chasse**	Calibre 20, balle de 2¾ po et ¾ oz	1587
	Calibre 12, balle de 2¾ po et 1 oz	2491

Sporting Arms and Ammunition Manufacturers' Institute, Inc. (SAAMI) (2016). *American National Standard Voluntary Industry Performance Standards for Pressure and Velocity of Centerfire Rifle Ammunition for the Use of Commercial Manufacturers*, Flintlock Ridge Office Center, Conneticut, www.saami.org/specifications_and_information/publications/download/206.pdf.

* **Énergie initiale (pi-lb) = Masse (en grains) x vitesse² (en pi par seconde) / 450400**
Énergie (pi-lb) x 1,355817948 = Énergie (joules) (SAAMI, 2016)

** *Si les balles de fusil de chasse peuvent s'avérer efficaces sur de courtes distances et dans un environnement contrôlé, leur utilisation n'est jamais recommandée pour euthanasier un mâle mature ou tout animal se trouvant à plus de 2 mètres.*

4 LA DOULEUR CHEZ LE BISON

Conclusions

1. **L'écornage cause de la douleur et de la détresse chez le bison.**
2. **Le cryomarquage et le marquage au fer rouge causent tous les deux de la douleur et de la détresse chez le bison. Le cryomarquage provoque une douleur moins aiguë pendant l'intervention.**
3. **Toutes les méthodes de castration causent de la douleur et de la détresse chez le bison.**
4. **L'anesthésie seule réduit (sans l'éliminer) la douleur immédiate ressentie par le veau lors de la castration et de l'écornage, mais ne soulage pas la douleur postopératoire à long terme, laquelle peut être diminuée au moyen d'analgésiques.**

4.1 Introduction

La présente section contient des renseignements sur les interventions douloureuses et les façons de reconnaître et de soulager la douleur chez le bison. L'infliction et le soulagement de la douleur sont fréquemment cités parmi les préoccupations sociétales importantes en matière de bien-être des animaux d'élevage (Millman, 2013). Comme pour beaucoup d'autres sections du présent rapport, il existe très peu de renseignements – et encore moins d'articles évalués par des pairs – spécifiques au bison. C'est pourquoi on privilégie le recours aux écrits sur la douleur chez les bovins de boucherie. Beaucoup de ces écrits sont présentés et résumés dans le rapport *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins de boucherie : revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires* (CNSAE, 2012). S'il est important de rappeler que le bison et les bovins sont des espèces distinctes, tout porte à croire que leurs réactions physiologiques à la douleur sont très semblables. Notons également que plusieurs médicaments approuvés pour les bovins sont fréquemment utilisés chez le bison sans effets nocifs. Cela dit, le mode d'emploi des médicaments et des vaccins prévoit rarement leur utilisation chez le bison; le recours à ces produits est donc la responsabilité du propriétaire ou du vétérinaire (Hunter, 2009).

L'évaluation de la douleur ressentie est un travail difficile, mais important pour la recherche sur le bien-être animal (Rutherford, 2002). En recherche sur le bien-être, l'évaluation de la douleur permet de connaître les situations potentiellement douloureuses et de quantifier l'intensité de la douleur ressentie. En médecine vétérinaire, elle permet plutôt d'agir pour traiter l'animal et de mesurer l'efficacité du traitement.

4.2 Reconnaître la douleur et savoir quand intervenir

L'évaluation de la douleur associée aux interventions normales est souvent difficile (Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997). Les signaux de douleur varient selon l'espèce, le type d'agression et le stade de développement (Millman, 2013). Pour évaluer la douleur chez d'autres espèces, les chercheurs mesurent des indicateurs physiologiques comme le taux de cortisol, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire; or le comportement naturel du bison rend l'observation de ces indicateurs extrêmement difficile. Pour mesurer les réactions à la douleur chez les bovins, les chercheurs ont observé différents comportements : vocalisations, coups de patte, mouvements de queue, fuite et évitement, et aisance lors des manipulations subséquentes (Grandin et coll., 1986; Lay et coll., 1992c; Morton et Griffiths, 1985; Rushen, 1991; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997c; Stookey et coll., 1994).

La douleur étant un état affectif, seul l'individu touché sait vraiment ce qu'il ressent; la douleur ne peut être mesurée qu'indirectement, chez l'humain comme chez l'animal, ce qui complique la prise de décisions quant à son soulagement (Millman, 2013). Reconnaître la douleur chez une espèce stoïque comme le bison est particulièrement complexe. Comme le bison a tendance à montrer des signes de douleur seulement quand la situation devient extrêmement grave, les producteurs, les vétérinaires et les scientifiques qui étudient cet animal sont confrontés à un défi de taille. Le bison étant en outre foncièrement difficile à manipuler, intervenir en cas de douleur ou de détresse n'est pas évident vu les risques pour le producteur et l'animal. Le stress causé par l'administration d'un traitement est parfois tellement grand qu'il peut s'avérer fatal ou provoquer la myopathie (maladie dégénérative des fibres musculaires causée par un effort et une chaleur extrêmes et pouvant entraîner la mort).

4.3 Quelles sont les interventions douloureuses pour le bison?

Les producteurs canadiens castrant et marquent rarement, voire jamais, leurs bisons et les écornent peu. Malgré le manque de recherches, on peut raisonnablement présumer que ces interventions seraient douloureuses. La présente section traite plus en profondeur des interventions douloureuses, de la dystocie et de la collecte de sperme.

4.3.1 Écornage

Si l'écornage est peu fréquent, certains producteurs préfèrent écorner leurs bisons pour les empêcher de blesser d'autres animaux. On trouve encore dans certains troupeaux des bisons écornés à l'époque où cette intervention était plus courante; certains producteurs préfèrent donc, pour prévenir les blessures graves, écorner les femelles adultes qui se retrouveront avec des femelles écornées. Bien que l'écornage puisse réduire le risque de blessure – voire de décès – attribuable à un comportement agressif (blessure au sang), il faut peser les avantages de l'intervention et les risques de la contention et de l'opération (Church et coll., 2007). Certains producteurs aiment par ailleurs retirer l'extrémité des cornes du bison; cependant, les études menées chez les bovins – et les rares recherches chez le bison – ont conclu que cette pratique ne prévenait pas les hématomes à la carcasse (Church et coll., 2007). L'écornage peut être fait avec une scie-fil d'embryotomie, des cisailles guillotines ou encore des couteaux, scies, cuillères, coupes ou tuyaux d'écornage (rapport sur les bovins de boucherie du CNSAE, 2012).

Écorner un bison de moins de deux mois n'est pas vraiment faisable étant donné la nature agressive des mères, mais peut être utile chez un orphelin nourri à la bouteille. Dans son énoncé de position sur l'ébourgeonnage et l'écornage de bovins (aucune référence spécifique au bison), l'Association canadienne des médecins vétérinaires affirme que l'écornage peut s'imposer pour la sécurité des préposés, mais demeure une intervention douloureuse. Chez les bovins de boucherie, l'ébourgeonnage doit être effectué de préférence dans les deux semaines suivant la naissance; l'animal est alors anesthésié et reçoit des analgésiques périopératoires. L'écornage est généralement moins stressant pour les jeunes animaux, chez qui la corne est moins développée et donc plus facile à couper (Hauer, 2000). Si un animal de plus de deux mois doit être écorné, une anesthésie, des analgésiques et des mesures de contrôle des saignements s'imposent. Aucune étude sur les bovins n'a prouvé que l'écornage est plus ou moins douloureux à différents âges, mais certains travaux suggèrent que les animaux écornés en bas âge guérissent plus rapidement que les animaux écornés plus vieux (Goonewardene et Hand, 1991). Des études portant spécifiquement sur l'anatomie des cornes du bison seraient particulièrement utiles – puisque les cornes de bison et les cornes de bovins ont une structure différente – et pourraient déboucher sur des recommandations à l'intention des producteurs de bison.

Dans une étude, Church et coll. (2007) se sont penchés sur trois groupes d'animaux – écornés, dont l'extrémité des cornes a été retirée et non écornés (groupes témoins) – et deux types d'anesthésique (lidocaïne et organique). Les animaux des groupes témoins ont subi un faux écornage. Les chercheurs ont constaté que les animaux écornés ou dont l'extrémité des cornes avait été retirée étaient beaucoup plus légers (4 %, soit environ 25 lb). C'est un résultat probant qui confirme que l'administration de lidocaïne de façon à créer un anneau d'insensibilité pendant l'écornage est une pratique rentable qui favorise le bien-être animal (Church et coll., 2007). Les auteurs concluent en indiquant que, malgré le risque d'hématomes, il est préférable de laisser au bison ses cornes. Les animaux utilisés dans cette étude étaient jeunes, alors leurs cornes n'étaient probablement pas entièrement formées.

Il existe très peu d'écrits sur la douleur que cause l'écornage chez le bison; les travaux sur les bovins de boucherie ont été examinés par les auteurs du rapport scientifique sur cette espèce du CNSAE. Ceux-ci ont conclu qu'il existe des preuves solides que toutes les méthodes d'écornage sont douloureuses, de nombreux chercheurs ayant mesuré les réactions physiologiques au stress, dont le taux de cortisol plasmatique, la fréquence cardiaque et les comportements (Duffield et coll., 2010; Faulkner et Weary, 2000; Grondahl-Nielsen et coll., 1999; Graf et Senn, 1999; Heinrich et coll., 2009; McMeekan et coll., 1998; Mellor et coll., 2002; Morisse et coll., 1995; Petrie et coll., 1996; Schwartzkopf-Genswein et coll., 2005; Stewart et coll., 2009; Stilwell et coll., 2008; Stilwell et coll., 2010; Sutherland et coll., 2002; Sylvester et coll., 1998; Vickers et coll., 2005).

L'administration d'analgésiques avant l'écornage n'est pas une pratique courante dans l'industrie du bison (Church et coll., 2007). Hauer (2000) suggère aux producteurs de se renseigner auprès de leur vétérinaire sur les méthodes de soulagement de la douleur, notamment les analgésiques injectables. Pour l'écornage comme pour la castration, des preuves concluantes chez les bovins montrent qu'une combinaison d'anesthésie locale et d'analgésiques peut être utilisée pour réduire la douleur pendant et après l'intervention (voir la revue de Stafford et Mellor, 2011).

4.3.2 Marquage et identification de l'animal

Le marquage est l'une des méthodes utilisées pour identifier chaque animal de façon permanente. Au Canada, chaque bison doit avoir sa propre étiquette d'oreille électronique (avec puce d'identification

par radiofréquence) où figure un numéro unique à 15 chiffres, conformément à la norme ISO 11784. Les trois premiers chiffres correspondent au code du pays (124 pour le Canada). D'autres étiquettes peuvent être approuvées ou jugées équivalentes. Les animaux d'espèces visées par des exigences d'identification nationales (bovins, bisons, moutons et porcs) qui sont testés ou inspectés aux fins d'exportation ou d'admission dans un centre de collecte de sperme doivent avoir une étiquette ou un autre dispositif d'identification approuvé dans le cadre du programme TRACE (programme d'identification et de traçabilité du bétail).

Auparavant, tous les bovidés canadiens (y compris les bovins et les bisons) destinés au marché américain devaient avoir les lettres « CAN » marquées ou tatouées sur la peau avant leur arrivée au point d'entrée. Aujourd'hui, le marquage des bisons est de plus en plus rare au Canada, surtout depuis que le département américain de l'agriculture (USDA) a modifié les règles sur l'exportation d'animaux vivants. Il existe dorénavant plusieurs façons, outre le marquage, d'identifier un animal de façon permanente.

Aucune étude sur les méthodes pratiques d'atténuation de la douleur lors du marquage d'un bison n'a été menée à ce jour. La plupart des écrits scientifiques sur le marquage de bovins ayant déjà été examinés et présentés dans le rapport scientifique sur les bovins du CNSAE; nous ne ferons qu'un résumé ici (comme il n'existe aucune étude spécifique au bison). Les auteurs du rapport ont conclu que si les deux méthodes de marquage causent de la douleur et de la détresse chez les bovins, les recherches montrent que le marquage au fer rouge semble causer une douleur plus aiguë que le cryomarquage (Lay et coll., 1992a; Lay et coll., 1992b; Lay et coll., 1992c; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997a; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997b; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997c; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1998; Schwartzkopf-Genswein et Stookey, 1997).

4.3.3 Castration

La castration est très rare dans l'industrie du bison. Il n'existe aucun article scientifique évalué par des pairs portant sur le bison; on peut raisonnablement présumer que les interventions douloureuses pour un bovin le sont aussi pour un bison. Ainsi, aux fins du présent rapport, les auteurs ont étudié des écrits sur les bovins de boucherie.

Chez le bison, les veaux mâles sont laissés intacts, puis soit engraisés (abattus à > 20 mois), soit utilisés comme mâles reproducteurs. Cette absence de castration s'explique par différentes raisons, l'une des principales étant la difficulté de procéder à l'intervention sans causer de détresse à la mère et sans mettre en danger les préposés. Il n'est généralement pas possible de séparer un veau de sa mère sans danger avant le sevrage. Néanmoins, il arrive dans de rares cas qu'un veau soit castré, par exemple s'il s'agit d'un orphelin nourri à la bouteille; d'où l'importance de traiter des conclusions des chercheurs dans le présent rapport.

Si on résume la revue des études scientifiques sur les bovins de boucherie du CNSAE, les auteurs concluent qu'il existe de solides preuves scientifiques que toutes les méthodes de castration causent de la douleur et de la détresse chez les bovins de tous âges (Coetzee, 2011; Rault et coll., 2011). Souvent, la douleur post-castration dure longtemps : des comportements liés à la douleur ont été observés jusqu'à trois mois après la castration avec un anneau en caoutchouc, avec ou sans anesthésie locale (Thüer et coll., 2007). Les auteurs indiquent également que si la castration est douloureuse à tout âge, le degré de traumatisme augmente avec la grosseur des testicules retirés. Les veaux castrés en bas âge présentent en outre un plus faible déclin de la croissance post-castration que les veaux castrés plus tard (Bretschneider, 2005; Fisher et coll., 2001; Gonzalez et coll. 2010).

Actuellement, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure définitivement qu'une méthode de castration est préférable aux autres (rapport sur les bovins de boucherie du CNSAE, 2012). Chaque méthode diffère sur les plans suivants : douleur aiguë lors de l'intervention, durée de la douleur, vitesse de guérison, possibilité de soulager ou non la douleur, détresse causée par la contention (rapport sur les bovins de boucherie du CNSAE, 2012).

Au sujet de l'atténuation de la douleur lors de la castration, les auteurs de la revue des études scientifiques sur les bovins de boucherie offrent des renseignements potentiellement utiles pour les producteurs de bison qui choisissent de castrer des veaux. L'anesthésie seule soulage uniquement la douleur à court terme après la castration, pas la douleur postopératoire (voir la revue de Coetzee, 2011). La douleur à long terme peut être réduite par le recours à des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), dont le méloxicam.

Des progrès récents en recherche ont entraîné de grands changements dans la disponibilité des médicaments utilisés pour le soulagement de la douleur. Depuis quelque temps, une suspension orale de méloxicam (SOM) (15 mg de méloxicam/ml) est offerte pour le soulagement de la douleur et de l'inflammation postopératoires chez les bovins et les chevaux (Alberta Veterinary Laboratories, Calgary, Alberta). La SOM est actuellement homologuée au Canada pour l'atténuation de la douleur et de l'inflammation chez les bovins castrés par chirurgie ou par bande élastique (Olson et coll., 2015). Premier analgésique oral à action prolongée offert au Canada, la SOM peut être utilisée chez les bovins de tous âges. Elle est offerte en formule liquide que l'on recommande de faire prendre à la bouteille. On rapporte qu'un traitement de suspension orale est censé soulager la douleur jusqu'à 56 heures, contre 6 heures pour un bol d'aspirine (acide acétylsalicylique oral) et 24 heures pour les AINS injectables (notamment le Banamine et le kétoprofène). C'est une percée importante, la SOM étant le premier médicament au Canada véritablement conçu pour réduire la douleur associée à la castration chez les bovins. Le produit est facile à administrer par dose orale directe ou sur la nourriture (Olson et coll., 2015). Il pourrait potentiellement être ajouté à la source d'eau du bison la veille d'une intervention douloureuse pour offrir un soulagement de la douleur avant l'opération sans qu'il soit nécessaire de retenir l'animal (Lewis, 2015, communication personnelle).

4.3.4 Dystocie

On entend par « dystocie » un vêlage prolongé ou difficile, l'extraction sécuritaire du veau nécessitant souvent une intervention humaine. Le développement et la survie du nouveau-né dépendent de sa vigueur à la naissance et des soins maternels reçus; or un vêlage difficile peut compromettre la vigueur du petit ou la qualité des soins maternels, probablement en raison de l'épuisement, de la douleur et de l'intervention humaine (Barrier et coll., 2012). Puisque la naissance d'un veau en santé est essentielle pour une question d'efficacité économique, il est particulièrement important de repérer dès que possible les difficultés lors de la parturition (Wehrend et coll., 2006). Le problème avec les bisons, c'est qu'approcher une mère pour intervenir pendant un vêlage difficile est très dangereux (voire impossible parce qu'elle va fuir).

On considère généralement que les bisons ont rarement des problèmes lors du vêlage. Il est très difficile d'évaluer si les bisons ressentent de la douleur lors d'une dystocie et, si oui, dans quelle mesure. Dans un sondage réalisé au Royaume-Uni, des personnes travaillant avec des bovins ont classé la dystocie parmi les problèmes les plus douloureux pour les bêtes (Huxley et Whay, 2006). Les programmes de domestication et d'accouplement des industries bovine et laitière font en sorte que les vaches produisent de gros veaux, problème qui ne se présente pas encore dans l'industrie du bison.

Les naissances multiples peuvent également entraîner une dystocie. Les bissonnes ont parfois des jumeaux, mais pas aussi souvent que les cerfs ou d'autres espèces sauvages. La facilité de l'accouchement s'explique en grande partie par la taille normale du veau, qui pèse généralement entre 35 et 40 livres (Lefaive, 2009). Comme les vaches, les bissonnes ne doivent pas être suralimentées, car le canal pelvien pourrait être obstrué par des dépôts de graisse interne. Lors d'une dystocie, une intervention humaine excessive (dans les rares cas où c'est possible) peut causer un stress indu pour la mère (HFAC, 2014); souvent, l'euthanasie est préférable aux traitements.

4.3.5 Collecte de sperme

L'évaluation de la capacité reproductrice des mâles est un outil de gestion important (Palmer, 2005). Depuis plus d'un demi-siècle, l'électroéjaculation permet de recueillir du sperme très efficacement. Cette technique ne nécessite aucun chevauchement, n'est pas exigeante physiquement et s'adapte facilement à la plupart des installations de manipulation de bovins (Palmer, 2005). Cela dit, certains s'inquiètent de la douleur qu'elle pourrait provoquer. Parmi les critères utilisés pour évaluer la douleur associée à l'électroéjaculation, citons les changements de fréquence cardiaque et de taux de cortisol et de progestérone sériques; l'aversion relative; le degré de vocalisation et d'agitation; et le temps passé au sol (Palmer, 2005). Palmer (2005) indique que la réaction des taureaux à l'électroéjaculation soulève des doutes quant à leur bien-être. Rushen (1986) conclut aussi que l'aversion est manifeste dans les cas de décharge électrique très intense ou de longue durée.

Plusieurs chercheurs ont tenté d'évaluer la douleur associée à l'électroéjaculation chez les animaux (Etson et coll., 2004; Falk et coll., 2001; Mosure et coll., 1998; Welsh et Johnson, 1981), mais leurs résultats semblent très divergents. Cette divergence pourrait être attribuable aux techniques employées et à la compétence du préposé. Les vocalisations sont généralement considérées comme un indicateur de douleur fiable (Schwartzkopf-Genswein et coll., 1997c; Schwartzkopf-Genswein et coll., 1998; Watts et Stookey, 1999). Si certains animaux n'ont pas tendance à émettre des sons lorsqu'ils souffrent, les procédures particulièrement douloureuses provoquent des vocalisations chez une plus grande proportion d'animaux (Palmer, 2005). Les études sur d'éventuelles méthodes de réduction de la douleur causée par l'électroéjaculation pourraient être compromises par la difficulté d'évaluer objectivement la douleur (Mosure et coll., 1998). Il n'existe aucune étude évaluée par des pairs sur la douleur associée à la collecte de sperme chez le bison mâle.

Dans les industries bovine et laitière, plusieurs autres méthodes de collecte de sperme sont utilisées (vagin artificiel, massage transrectal, sonde segmentée); si elles offrent toutes certains avantages; mais aucune n'est aussi fiable que l'électroéjaculation pour l'obtention d'un échantillon de sperme de bonne qualité (Palmer, 2005). Par ailleurs, ces méthodes ne conviendraient probablement pas aux bisons, qui sont beaucoup plus difficiles à manipuler.

L'épidurale ainsi que des anesthésiques topiques et intraveineux sont parfois utilisés pour réduire la douleur associée à l'électroéjaculation (Palmer, 2005). Il faut utiliser la sonde pour bovins la plus petite possible, voire une sonde conçue pour une espèce plus petite, par exemple la chèvre (anonyme, 2015, communication personnelle). Si le producteur veut seulement évaluer la qualité du sperme des mâles reproducteurs sélectionnés, il peut employer une méthode moins stressante : simplement mesurer le scrotum de l'animal (Lefaive, 2009). Keen et coll. (1999) ont constaté dans une étude que les bisons mâles de deux ans dont le scrotum mesurait moins de 26 cm de circonférence étaient moins fertiles que ceux dont le scrotum mesurait 28 cm de circonférence. En outre, la corrélation entre une circonférence de > 30 cm et la fertilité était élevée. Enfin, la douleur associée à l'électroéjaculation

peut être influencée par la technique du préposé; ainsi, les préposés qui procèdent à l'intervention doivent tâcher d'appliquer la stimulation électrique le plus doucement possible (Palmer, 2005).

4.4 Recherches futures

Peu de chercheurs ont étudié l'éventuelle douleur ressentie par le bison lors d'interventions comme l'écornage, le marquage et la collecte de sperme ainsi que les façons d'atténuer toute douleur ressentie. Actuellement, aucune preuve scientifique ne permet de conclure qu'une méthode de castration est préférable aux autres; et comme la castration est rarement pratiquée chez le bison, il y a peu de chances que des études sur le sujet soient réalisées. L'électroéjaculation, parfois utilisée chez le bison mâle, cause *possiblement* de la douleur. D'autres recherches sur la fiabilité de la circonférence du scrotum comme indicateur de fertilité pourraient réduire la fréquence des échantillonnages de sperme.

La poursuite des recherches sur la réduction du stress chez le bison pendant les manipulations courantes favorisera le bien-être des bisons d'élevage, dont les réactions à différentes interventions et manipulations diffèrent souvent de celles des bovins. Des études sur le niveau de détresse causé par la contention et les répercussions subséquentes sur le bien-être du bison seraient utiles. La suspension orale de méloxicam pourrait probablement être ajoutée aux aliments ou à l'eau pour atténuer la douleur associée aux interventions douloureuses chez le bison, mais il faudra que des chercheurs démontrent les bienfaits et la faisabilité de cette approche.

Malgré les progrès récents en matière de compréhension et de soulagement de la douleur chez les bovins de boucherie, d'autres études s'imposent, surtout si on veut appliquer les conclusions au bison. Le bison pourrait réagir différemment des bovins aux interventions douloureuses étant donné ses réactions comportementales et physiologiques lors de la manipulation et de la contention. Les connaissances sur les produits pharmaceutiques et leurs méthodes d'administration sont susceptibles d'évoluer et de s'améliorer constamment; il faudra d'autres recherches pour valider ces produits et fournir de meilleures recommandations à l'industrie.

Références

Barrier, A.C., E. Ruelle, M.J. Haskell et C.M. Dwyer (2012). « 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.

Bretschneider, G. (2005). « Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review », *Livestock Production Science*, vol. 97, p. 89-100.

Church, J.S., N.J. Cook, A. Schaefer, D. Haley, G. Hauer et J. Galbraith (2007). « Refinement of Bison Dehorning Procedure », *Smoke Signals*, p. 38-39.

Coetzee, J.F. (2011). « A review of pain assessment techniques and pharmacological approaches to pain relief after bovine castration: Practical implications for cattle production within the United States », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 135, n° 3, p. 192-213.

Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE) (2012). *Code de pratiques applicable aux soins et à la manipulation des bovins de boucherie : revue des études scientifiques relatives aux questions prioritaires*.

Duffield, T.F., A. Heinrich, S.T. Millman, A. DeHaan, S. James et K. Lissemore (2010). « Reduction in pain response by combined use of local lidocaine anesthesia and systemic ketoprofen in dairy calves dehorned by heat cauterization », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 51, n° 3, p. 283-288.

Etson, C.J., C.L. Waldner et A.D. Barth (2004). « Evaluation of a segmented rectal probe and caudal epidural anesthesia for electroejaculation of bulls », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 45, p. 235-240.

Falk, A., C.L. Waldner, B. Cotter, J. Gudmundson et A.D. Barth (2001). « Effects of epidural lidocaine anaesthesia on bulls during electroejaculation », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 42, p. 116-120.

Faulkner, P.M. et D.M. Weary (2000). « Reducing Pain After Dehorning in Dairy Calves », *Journal of Dairy Science*, vol. 83, n° 9, p. 2037-2041.

Fisher, A.D., T.W. Knight, G.P. Cosgrove, A.F. Death, C.B. Anderson, D.M. Duganzich et L.R. Mathews (2001). Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. *Australian Veterinary Journal*, vol. 79, p. 279-284.

Gonzalez, L.A., K.S. Schwartkopf-Genswein et N.A. Caulkett (2010). Pain mitigation after band castration of beef calves and its effects on performance, behaviour, *Escherichia coli*, and salivary cortisol. *Journal of Animal Science*, vol. 88, p. 802-810.

Goonewardene, L.A. et R.K. Hand (1991). « Studies on dehorning steers in Alberta feedlots », *Revue canadienne de science animale*, vol. 71, p. 1249-1252.

Grondahl-Nielsen, C., H.B. Simonsen, J.D. Lund et M. Hesselholt (1999). « Behavioural, Endocrine and Cardiac Responses in Young Calves Undergoing Dehorning Without and With Use of Sedation and Analgesia », *The Veterinary Journal*, vol. 158, n° 1, p. 14-20.

Graf, B. et M. Senn (1999). « Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 62, p. 153-171.

Grandin, T., S.E. Curtis, T.M. Widowski et J.C. Thurmon (1986). « Electro-immobilization versus mechanical restraint in an avoid-avoid choice test for ewes », *Journal of Animal Science*, vol. 62, p. 1469-1480.

Hauer, G. (2000). « Dehorning Bison », *The Tracker*, p. 8-11.

Heinrich, A., T.F. Duffield, K.D. Lissemore, E.J. Squires et S.T. Millman (2009). « The impact of meloxicam on postsurgical stress associated with cautery dehorning », *Journal of Dairy Science*, vol. 92, n° 2 p. 540-547.

Humane Farm Animal Care (2014), *Animal Care Standards: Bison*.

Hunter, D. (2009). « Bison Health » dans *Bison Producers' Handbook*.

Huxley, J.N. et H.R. Why (2006). « Current attitudes of cattle practitioners to pain and the use of analgesics in cattle », *Veterinary Record*, vol. 159, p. 662-668.

Keen, J.E., G.P. Rupp, P.A. Wittenberg et R.E. Walker (1999). « Breeding soundness examination of North American bison bulls », *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 214, n° 8, p. 1212-1217.

Lay, D.C., T.H. Friend, C.L. Bowers, K.K. Grissom et O.C. Jenkinn (1992a). « A comparative physiological and behavioral study of freeze and hot-iron branding using dairy cows », *Journal of Animal Science*, vol. 70, p. 1121-1125.

Lay, D.C., T.H. Friend, C.L. Bowers, K.K. Grissom et O.C. Jenkinn (1992b). « Behavioral and physiological effects of freeze or hot-iron branding on crossbred cattle », *Journal of Animal Science*, vol. 70, p. 330-336.

Lay, D.C., T.H. Friend, K.K. Grissom, C.L. Bowers et M.E. Mal (1992c). « Effects of freeze or hot-iron branding of Angus calves on some physiological and behavioural indicators of stress », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 33, p. 137-147.

Lefaive, T. (2009). « Getting Started With the Right Animal » dans *Bison Producers' Handbook*.

McMeekan, C.M., K.J. Stafford, D.J. Mellor, R.A. Bruce, R.N. Ward et N.G. Gregory (1998). « Effects of regional analgesia and/or a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the acute cortisol response to dehorning in calves », *Research in Veterinary Science*, vol. 64, n° 2, p. 147-150.

Mellor, D.J., K.J. Stafford, S.E. Todd, T.E. Lowe, N.G. Gregory, R.A. Bruce et R.N. Ward (2002). « A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures », *Australian Veterinary Journal*, vol. 80, n° 4, p. 228-233.

Millman, S.T. (2013). « Behavioral Responses of Cattle to Pain and Implications for Diagnosis, Management, and Animal Welfare », *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 29, p. 47-58.

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

Morton, D.B. et P.H. Griffiths (1985). « Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment », *Veterinary Record*, vol. 116, p. 431-436.

Mosure, W.L., R.A. Meyer, J. Gudmundson et A.D. Barth (1998). « Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 39, p. 504-506.

Olson, M.E., E. Fierheller, L. Burwash, B. Ralston, C. Schatz et H. Matheson-Bird (2015). « The Efficacy of Meloxicam Oral Suspension for Controlling Pain and Inflammation After Castration in Horses », *Journal of Equine Veterinary Science*, n° 35, p. 724-730.

Palmer, C.W. (2005). « Welfare aspects of theriogenology: Investigating alternatives to electroejaculation of bulls », *Theriogenology*, vol. 64, p. 469-479.

Petrie, N.J., D.J. Mellor, K.J. Stafford, R.A. Bruce et R.N. Ward (1996). « Cortisol responses of calves to two methods of disbudding used with or without local anaesthetic », *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 44, p. 9-14.

Rault, J.L., D. Lay et J.N. Marchant-Forde (2011). « Castration induced pain in pigs and other livestock », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 135, p. 214-225.

Rushen, J. (1986). « The validity of behavioural measures of aversion: a review », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 16, p. 309-323.

Rushen, J. (1991). « Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 28, p. 381-386.

Rutherford, K.M.D. (2002). « Assessing pain in animals », *Animal Welfare*, vol. 11, p. 31-53.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., M.E. Booth-McLean, G. McAllister et J. Mears (2005). « Physiological and behavioural changes in Holstein calves during and after dehorning or castration », *Revue canadienne de science animale*, vol. 85, n° 2, p. 131-138.

Schwartzkopf-Genswein, K.S. et J.M. Stookey (1997). « The use of infrared thermography to assess inflammation associated with hot-iron and freeze branding in cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 77, p. 577-583.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., J.M. Stookey, T.G. Crowe et B.M.A. Genswein (1998). « Comparison of image analysis, exertion force, and behavior measurements for use in the assessment of beef cattle responses to hot-iron and freeze branding », *Journal of Animal Science*, vol. 76, p. 972-979.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., J.M. Stookey, A.M. de Passillé et J. Rushen (1997a). « Comparison of hot-iron and freeze branding on cortisol levels and pain sensitivity in beef cattle », *Journal of Animal Science*, vol. 77, p. 369-374.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., J.M. Stookey, E.D. Janzen et J. McKinnon (1997b). « Effects of branding on weight gain, antibiotic treatment rates and subsequent handling ease in feedlot cattle », *Revue canadienne de science animale*, vol. 77, p. 361-367.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., J.M. Stookey et R. Welford (1997c). « Behavior of cattle during hot-iron and freeze branding and the effects on subsequent handling ease », *Journal of Animal Science*, vol. 75, p. 2064-2072.

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

Stilwell, G., R.C. Carvalho, N. Carolino, M.S. Lima et D.M. Broom (2010). Effect of hot-iron disbudding on behaviour and plasma cortisol of calves sedated with xylazine. *Research in Veterinary Science*, vol. 88, p. 188-93.

Stewart, M., J.M. Stookey, K.J. Stafford, C.B. Tucker, A.R. Rogers, S.K. Dowling, G.A. Verkerk, A.L. Schaefer et J.R. Webster (2009). « Effects of local anesthetic and a nonsteroidal antiinflammatory drug on pain responses of dairy calves to hot-iron dehorning », *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 1512-1519.

Stilwell, G., R.C. Carvalho, N. Carolino, M.S. Lima et D.M. Broom (2008). « Effect of hot-iron disbudding on behaviour and plasma cortisol of calves sedated with xylazine », *Research in Veterinary Science*, vol. 88, n° 1, p. 188-193.

Stilwell, G., M.S. Lima et D.M. Broom (2008). « Comparing plasma cortisol and behaviour of calves dehorned with caustic paste after non-steroidal-anti-inflammatory analgesia », *Livestock Science*, vol. 119, n° 1, p. 63-69.

Stookey, J.M., T. Nickel, J. Hanson et S.A. Vandenbosch (1994). « Movement-measuring device for objectively measuring temperament in beef cattle and for use in determining factors that influence handling », *Journal of Animal Science*, vol. 72, suppl. 1, p. 207.

Sutherland, M.A., D.J. Mellor, K.J. Stafford, N.G. Gregory, R.A. Bruce et R.N. Ward (2002). « Effect of local anaesthetic combined with wound cauterisation on the cortisol response to dehorning in calves », *Australian Veterinary Journal*, vol. 80, n° 3, p. 165-167.

Sylvester, S.P., D.J. Mellor, K.J. Stafford, R.A. Bruce et R.N. Ward (1998). « Acute cortisol responses of calves to scoop dehorning using local anaesthesia and/or cautery of the wound », *Australian Veterinary Journal*, vol. 76, n° 2, p. 118-122.

Thüer, S., S. Mellema, M.G. Doherr, B. Wechsler, K. Nuss et A. Steiner (2007). « Effect of local anaesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods in calves », *The Veterinary Journal*, vol. 173, n° 2, p. 333-342.

Vickers, K.J., L. Niel, L.M. Kiehlbauch et D.M. Weary (2005). « Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic », *Journal of Dairy Science*, vol. 88, n° 4, p. 1454-1459.

Watts, J.M. et J.M. Stookey (1999). « Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 62, p. 125-135.

Wehrend, A., E. Hofmann, K. Failing et H. Bostedt (2006). « Behaviour during the first stage of labour in cattle: Influence of parity and dystocia », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 100, n° 3-4, p. 164-170.

Welsh, T.H. et B.H. Johnson (1981). « Stress-induced alterations in secretion of corticosteroids, progesterone, luteinizing hormone, and testosterone in bulls », *Endocrinology*, vol. 109, p. 185-190.