

**CODE DE PRATIQUES APPLICABLE AUX SOINS ET À LA
MANIPULATION DES MOUTONS :
REVUE DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES
RELATIVES AUX QUESTIONS PRIORITAIRES**

Octobre 2012

Comité de chercheurs du Code de pratiques pour les moutons

Michael S. Cockram B.Vet. Med., Ph.D. (président)
Président pour le bien-être des animaux, Sir James Dunn Animal Welfare Centre
Professeur, Département de gestion de la santé
University of Prince Edward Island

Paula Menzies D.V.M., M.P.V.M., Dip. E.C.S.R.H.M.
Professeure, Gestion de la santé des ruminants
Université de Guelph

David Barrett Ph.D.
Professeur adjoint, Physiologie animale
Nova Scotia Agricultural College

John Hemsted
Comité de rédaction du Code pour les moutons (d'office)
La Fédération canadienne du mouton



REMERCIEMENTS

Le Comité de chercheurs tient à remercier : Brooke Aitken, le rédacteur scientifique du présent document; Nadine Meade, secrétaire de rédaction du Code; Jeff Wichtel pour l'organisation de l'examen par des pairs du document; et les pairs examinateurs pour leurs commentaires.

Les révisions des codes de pratiques lancées entre 2010 et 2013 s'inscrivent dans le projet Répondre aux attentes du marché intérieur et international en matière du bien-être des animaux d'élevage.

Ce projet est financé par le fonds Agri-flexibilité d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), lequel s'inscrit dans le Plan d'action économique (PAE) du gouvernement du Canada. Le PAE met l'accent sur le renforcement de l'économie et s'efforce d'assurer l'avenir économique du pays. Pour plus de détails au sujet d'Agri-flexibilité et du Plan d'action économique du Canada, veuillez visiter les sites www.agr.gc.ca/agriflexibilite et www.plandaction.gc.ca. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE) et pas nécessairement celles d'AAC ni du gouvernement du Canada.

Extrait du mandat du Comité scientifique

Contexte

Il est largement admis que les codes, les lignes directrices, les normes ou la législation portant sur les soins aux animaux devraient tirer profit des meilleures connaissances disponibles. Cette somme de connaissances prend souvent sa source dans la documentation scientifique, d'où l'expression « s'appuyant sur la science ».

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 un Comité de spécialistes scientifiques des questions prioritaires portant sur les soins aux animaux à l'étude fournira des informations fort utiles au Comité d'élaboration des codes dans l'élaboration ou la révision d'un code de pratiques. Étant donné que le rapport du Comité de scientifiques spécialistes sera rendu public, le processus d'élaboration du Code reflétera un processus de transparence, qui n'en sera que plus crédible.

Le CNSAE demandera la formation d'un Comité de spécialistes scientifiques pour chaque code de pratiques en cours d'élaboration. Ce Comité de spécialistes scientifiques sera composé de 4 à 6 spécialistes de la recherche sur les soins et la gestion des animaux à l'étude. Le CNSAE demandera que fassent partie du Comité un ou deux membres de chacune des associations suivantes : 1) l'Association canadienne des médecins vétérinaires, 2) la Société canadienne de science animale, et 3) la section canadienne de la Société internationale d'éthologie appliquée.

Objectifs et buts

Le Comité de spécialistes scientifiques rédigera un rapport qui fera la synthèse de tous les résultats de la recherche portant sur les questions essentielles des soins aux animaux, telles que déterminées par le Comité et par le Comité d'élaboration des codes. Le rapport servira au Comité d'élaboration des codes à rédiger l'ébauche d'un Code de pratiques pour les animaux à l'étude.

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

**CODE DE PRATIQUES APPLICABLE AUX SOINS ET À LA
MANIPULATION DES MOUTONS :
REVUE DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES
RELATIVES AUX QUESTIONS PRIORITAIRES**

**Comité de chercheurs du Code de pratiques pour les moutons
Octobre 2012**

1. PROCÉDURES DE GESTION ET DE MANIPULATION STRESSANTES (antérieurement <i>Techniques de prise en charge et de manipulation peu stressantes</i>).....	1
2. AGNELAGE ACCÉLÉRÉ.....	17
3. MÉTHODE D'EUTHANASIE DES MOUTONS À LA FERME	27
4. TYPES DE PLANCHER.....	47
5. SOINS NÉONATALS JUSQU'AU SEVRAGE	54
DYSTOCIE	54
SURVIE NÉONATALE.....	62
ALLAITEMENT ARTIFICIEL	74
SEVRAGE (sevrage précoce).....	78
6. PROCÉDURES DOULOUREUSES	82
CAUDECTOMIE	90
CASTRATION	98
EXÉCUTION SIMULTANÉE DE LA CASTRATION ET DE LA CAUDECTOMIE	109
TECHNIQUES D'IDENTIFICATION ET DE MEULAGE DES DENTS.....	118
7. LA NEIGE COMME SOURCE D'EAU	121
Annexe 1. Sources supplémentaires de renseignements consultatifs sur l'euthanasie des ovins....	133
Annexe 2. Résumé des exemples de recherches sur la caudectomie et sur la castration	134
Annexe 3. Autres ressources sur l'utilisation de la neige comme source d'eau	148

1. PROCÉDURES DE GESTION ET DE MANIPULATION STRESSANTES (antérieurement *Techniques de prise en charge et de manipulation peu stressantes*)

Conclusions :

- 1. Plusieurs procédures de gestion et de manipulation sont stressantes pour les moutons.**
- 2. Il est probable que les moutons vivent un état émotionnel dans plusieurs circonstances dans lesquelles ils donnent des signes physiologiques de stress en réaction à une procédure ou ont des comportements qui indiquent une aversion.**
- 3. L'application de la théorie émotionnelle peut augmenter la compréhension des circonstances où un mouton vit du stress et permettre de cerner les mesures pour réduire les réactions de stress aux procédures de manipulation. Les moutons sont sensibles à l'imprévu, à l'inconnu et à la prévisibilité de leur milieu, et forment des attentes quant aux événements et aux conséquences de ces événements.**
- 4. Les conclusions de la recherche cernent les éléments de certaines procédures routinières stressantes et peuvent servir pour recommander des stratégies d'atténuation des réactions au stress. Le renforcement positif pendant la manipulation ou l'exécution de la procédure, le fait de familiariser ou d'habituer le mouton à la zone de manipulation ou d'offrir de la gentillesse humaine peut en réduire le stress. D'autres stratégies comme éviter l'isolement et l'inversion des moutons individuels peuvent également atténuer le stress.**
- 5. La recherche sur la manière d'exploiter le comportement naturel des moutons pendant les procédures de manipulation a livré de l'information pratique sur les pratiques exemplaires à adopter. Les moutons sont des animaux sociaux pour lesquels vivre en troupeau et suivre sont d'importants comportements naturels qui peuvent servir pendant les procédures de manipulation.**

Contexte : Dans tous les systèmes de gestion, les moutons sont pris en charge et assujettis à différentes procédures de gestion. Ces procédures sont exécutées pour des raisons de santé (p. ex., vaccination, immersion, bain de pied, taille des sabots et douche) et de production (p. ex., tonte et tri) (Hargreaves et Hutson, 1997). La plupart des formes de manipulation comportent le rassemblement des moutons, le déplacement à un autre endroit, la proximité immédiate des humains, puis l'exécution de la procédure. Malheureusement, plusieurs de ces procédures sont stressantes pour les moutons et ils les éviteront si vous leur en donnez l'occasion. Dans une étude sur les principes comportementaux de la manipulation des moutons, Hutson (2007) affirme que le « déplacement des moutons est habituellement suscité par des stimuli qui évoquent la peur et ce traitement est généralement stressant et aversif ». Il sera question des circonstances dans lesquelles les moutons sont stressés pendant la manipulation (Tableau 1), les raisons pour lesquelles cela les stresse, les méthodes possibles pour atténuer ce stress et les principes comportementaux qui sous-tendent la manipulation optimale.

Stress : le mot stress sert dans de nombreux contextes, mais est défini comme « la réaction biologique suscitée lorsqu'un sujet perçoit que son homéostasie est menacée », et cette menace est l'agent stressant (Moberg, 2000). Certaines conditions (agents stressants) peuvent activer l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et le système médullaire sympatho-adrénal (c.-à-d. l'activation des voies physiologiques entre le cerveau, le système nerveux et la glande surrénale qui provoque la sécrétion des hormones du stress) (Minton, 1994). À la suite des travaux préparatoires de Selye et Canon (Selye, 1936; 1946; Cannon, 1939), les réponses endocrines, soit les concentrations de cortisol plasmatique et de catécholamines, physiologiques, c.-à-d. le rythme cardiaque, et comportementales à ces agents ont servi à décrire les conditions stressantes (Minton, 1994). Ce ne sont cependant pas des moyens indépendants de détecter le stress. Le stress est simplement défini par ce type de réponses (Rushen, 1986b). Des réponses physiologiques semblables à celles utilisées pour décrire le stress, c.-à-d. une concentration accrue de cortisol plasmatique, peuvent également se produire pendant les périodes d'éveil jugées une expérience favorable plutôt que le contraire. Par conséquent, on ne peut pas interpréter une hausse de concentration du cortisol comme une indication d'état émotionnel ou de détresse (Rushen, 1986b; Moberg, 2000). De plus, la baisse de la concentration de cortisol plasmatique en réaction à un agent stressant ne peut pas nécessairement servir comme indication que le mouton est moins stressé qu'auparavant. Il est possible qu'il continue de réagir à un agent stressant, soit à un niveau plus élevé de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, mais qu'il n'est plus en mesure de sécréter le cortisol du cortex surrénal. Par exemple, Coppinger et coll. (1991) ont révélé une réponse décrie du cortisol plasmatique après 3 jours de 6 heures de contention et d'isolement, alors que ce traitement continuait de causer une réaction de l'hormone adrénocorticotrope (ACTH). Certaines réponses qui servent à décrire le stress peuvent également être influencées par d'autres facteurs qui font partie intégrante de la réaction ou de la mesure de la réaction, par exemple, une augmentation de l'activité augmente souvent le rythme cardiaque, que la cause de l'activité accrue soit ou non un agent stressant. Von Holst (1998), Cook et coll. (2000) et Mellor et coll. (2000) ont étudié les types de mesures physiologiques qui servent à évaluer le stress et certaines difficultés méthodologiques liées à leur utilisation. Dans plusieurs cas, on ne peut pas distinguer facilement les réactions physiologiques que provoque la détresse des animaux de celles que provoquent la peur, la douleur et d'autres formes de souffrance (Cockram, 2004). C'est avec ces limites qu'on interprète les réactions aux procédures de gestion (comme l'indique le Tableau 1) comme une indication de stress chez les moutons. Comme Ramos et Mormede (1998) et Veissier et Boissy (2007) l'expliquent, la mesure des variables comportementales et neuroendocriniennes qui changent typiquement dans les situations stressantes, malgré toutes les difficultés, est un des seuls outils dont nous disposons et la démarche la plus communément utilisée pour évaluer le niveau d'activation émotionnelle d'un animal.

Pour tenter de préciser les différents types de réaction de stress, Sanford et coll. (1986) ont distingué la détresse issue d'un stress physiologique adaptatif à court terme en proposant que pendant la détresse, des effets nuisibles à l'animal peuvent se produire et qu'il est susceptible d'être conscient de faire un effort accru pour réagir à un stimulus. Dans ce rapport, le mot stress sert dans un contexte scientifique (voir la section « Détresse et peur comme états émotionnels chez le mouton ») plutôt que d'une façon légaliste comme dans certaines lois canadiennes. Dans certaines lois, outre le fait de décrire une situation dans laquelle l'animal est susceptible de

souffrir, confusément, ce mot sert également à inclure une situation dans laquelle il manque certaines dispositions de base, quel que soit l'état émotionnel de l'animal.

Même si la manipulation inappropriée peut causer une blessure, directement ou à la suite d'une réaction comportementale, des retards et des inefficiences dans l'exécution de la procédure, et dans certains cas, des dommages à long terme à la performance de reproduction et à la santé du mouton, il est probable que la détresse est associée aux procédures de manipulation normale quotidienne dont traite le présent rapport. D'autres effets possibles du stress, comme ceux sur l'immunité (Dantzer et Kelly, 1989), la productivité (Caroprese et coll., 2010) et la reproduction (Dobson et Smith, 2000; Rasmussen et Malven 1983; Tilbrook et coll., 1999) peuvent être importants, car ils peuvent indiquer une baisse de la condition physique. Toutefois, la plupart des procédures de manipulation ne suscitent qu'un stress aigu. Même si le stress aigu peut influencer l'état émotionnel du mouton, il ne cause habituellement pas de dommages aux fonctions corporelles (Minton et Blecha, 1990).

Procédures qui peuvent causer du stress :

Tableau 1 : Exemples de situations qui, dans certains cas, causent du stress (c.-à-d. une réponse du cortisol) chez le mouton.

Stimulus	Référence
Facteurs socioécologiques :	
Isolement visuel	Apple et coll. (1993); Bobek et coll. (1986); da Costa et coll. (2004)
Contention qui limite le mouvement	Holley et coll. (1975)
Facteurs de peur :	
Mouvement ou cri humains	Harlow et coll. (1987); Thurley et McNatty (1973)
Proximité d'un chien, d'un rassemblement, d'aboiements	Dawood et coll. (2005); Harlow et coll. (1987); Kilgour et de Langen (1970); Thurley et McNatty (1973); Hemsworth et coll. (2011).
Facteurs de manipulation :	
Contention	
Pattes attachées ensemble	Kilgour et de Langen (1970)
Pattes attachées ensemble plus isolement	Coppinger et coll. (1991); Minton et Blecha (1990)
Pattes attachées ensemble et allongé sur le côté	Carcangiu et coll. (2008)
Position assise, placé sur chaque côté, puis en position assise	Mears et Brown (1997)
Sur le côté	Stafford et coll. (1996)
Exercices (vigoureux)	Apple et coll. (1994)
Tri	Hargreaves et Hutson (1990d)
Procédures :	
Tonte	Kilgour et de Langen (1970); Hargreaves et Hutson (1990a); Mears et coll. (1999)
Enlever la laine longue et souillée de la fourche et des flancs (crutching)	Hargreaves et Hutson (1990d)
Douche	Hargreaves et Hutson (1990d)
Immersion	Hargreaves et Hutson (1990d); Kilgour et de Langen (1970)
Baignade	Hargreaves et Hutson (1990d)
Traite (première réaction)	Negrão et Marnet (2003)
Électroimmobilisation	Jephcott et coll. (1986)
Électroéjaculation	Damián et Ungerfeld (2011); Stafford et coll. (1996)
Insémination artificielle	Houdeau et coll. (2002)

DÉTRESSE ET PEUR COMME ÉTATS ÉMOTIONNELS CHEZ LE MOUTON

Détresse. La libération de cortisol qui caractérise une réaction de stress n'est pas provoquée directement par le changement environnemental ou l'agent stressant, mais ne se produit que lorsque l'animal perçoit la situation comme aversive (Désiré et coll., 2002). Cela comporte que l'animal, comme le mouton, possède une certaine capacité cognitive pour traiter et interpréter les changements de son environnement. Par conséquent, les réactions de stress aux procédures de manipulation suggèrent que s'il avait le choix, le mouton éviterait la procédure et que pendant cette procédure, il vivrait un état émotionnel aversif. Les préoccupations en matière de bien-être animal étant fondées sur la reconnaissance que les animaux sont doués de sensations et capables d'émotions comme la peur, la détresse et la douleur, le fait de minimiser les réactions de stress à une procédure leur est sans doute bénéfique.

L'existence des émotions, comme la détresse, chez les animaux est une question controversée. On ne peut pas mesurer directement les émotions et les états mentaux. Lorsqu'un mouton est manipulé d'une façon qui cause de la détresse, il est impossible de percevoir directement la souffrance qu'il vit (Rushen, 1996). Les émotions chez les animaux sont postulées en interprétant leurs réactions à la lumière de l'expérience humaine. Il y a des analogies claires entre l'expression physiologique et comportementale de l'émotion chez les humains en réponse à un agent stressant et les réactions comportementales et physiologiques détectées chez les animaux dans des événements semblables (Désiré et coll., 2002). Pendant au moins une partie du temps pendant lequel un mouton pourrait vivre de la détresse, on associe cela au même type de changements physiologiques (p. ex., excrétion de cortisol et changement du rythme cardiaque) qui se produit lorsque les humains déclarent qu'ils vivent de la détresse (Lundberg et Frankenhaeuser, 1980; Morgan et coll., 2002). La neurobiologie qui soutient l'expérience et l'expression des émotions chez les humains existe aussi chez les animaux. Par conséquent, il est raisonnable de supposer que les moutons sont en mesure de vivre des états émotionnels de détresse désagréables (Désiré et coll., 2002). Veissier et coll. (2009) ont conclu que les réponses neurophysiologiques des moutons aux agents stressants, comme le rythme cardiaque et la concentration de cortisol plasmatique accrus, et les réponses comportementales, comme les sursauts et les tentatives de fuite, sont des preuves de leur réaction émotionnelle. En psychologie humaine, « les émotions sont perçues comme le résultat de la façon d'interpréter une situation déclencheur, en commençant par l'évaluation de la situation même, puis des réactions possibles à cette situation ». Veissier et coll. (2009) décrivent les éléments d'une réaction émotionnelle comme l'élément psychologique interne (soit les sensations), l'élément neurophysiologique (la réaction de stress du corps) et l'élément comportemental (le maintien et les mouvements corporels). En plus de mesurer les réactions neurophysiologiques et comportementales à une procédure, il est possible de faire des tests psychologiques pour déterminer l'aversion relative d'une procédure comme moyen indirect pour tenter d'évaluer la réaction émotionnelle (Rushen, 1996). Par exemple, on peut tester la détresse relative que causent deux formes de manipulation en permettant au mouton de choisir entre les deux. On évalue la détresse relative en enregistrant le nombre de fois que le mouton choisit chaque manipulation (Rushen, 1990).

Peur. Les moutons ont développé des réactions de peur à de nombreux stimuli comme mécanisme antiprédateurs (Dwyer, 2004). Une conséquence de cette réalité est que les moutons

sont particulièrement susceptibles d'avoir des réactions de stress à plusieurs éléments des procédures de manipulation qui comportent des stimuli de peur (associés à une prédation possible) comme les nouveautés, les événements soudains, l'isolement des autres moutons et la proximité des humains. La peur est un état émotionnel suscité par la perception d'un danger réel et l'anxiété est la perception d'un danger potentiel (Boissy, 1995). Des facteurs génétiques et environnementaux peuvent influencer la crainte (voir Boissy, 1995 pour une étude). Dans certains systèmes de gestion, les moutons ont peu d'occasions de se familiariser avec les humains. Réduire la fréquence des événements potentiellement aversifs ou offrir une manipulation ou une formation que les moutons perçoivent comme une expérience favorable peuvent réduire la peur et l'anxiété. Comme l'ont montré Boissy et coll. (2005), les différentes races et les génotypes de ces races ont des réactions comportementales différentes aux situations inquiétantes, soit les humains et l'isolement. Par conséquent, la sélection génétique qui vise à réduire la peur est une démarche possible pour réduire le stress lié à la manipulation (Boissy et coll. 2005).

Application de la théorie émotionnelle pour réduire les réactions de stress des moutons aux procédures de manipulation : On a appliqué la théorie de la psychologie humaine pour comprendre les situations où les moutons peuvent vivre du stress et elle a fourni un fondement aux études qui ont testé si les moutons réagissent à certaines situations de la même manière que les humains. Bien que l'anthropomorphisme risque de fausser l'interprétation des réactions des animaux, les animaux et les humains partagent certaines caractéristiques. Veissier et coll. (2009) ont étudié les éléments de preuve d'une série d'expériences sur les moutons (p. ex., Désiré et coll., 2006) qui soutiennent la notion que, de plusieurs façons, les réactions émotionnelles des moutons à une situation sont semblables à celles des humains. « Les moutons sont sensibles à la brusquerie, à l'inconnu et à la prévisibilité de leur environnement », et ces aspects d'une procédure de manipulation sont susceptibles d'influencer leurs réactions émotionnelles. Les moutons peuvent également « former des attentes de leur environnement. Ils s'attendent à ce que certains événements se produisent et que ces événements aient des conséquences particulières ». Si ces événements ne se produisent pas de la manière prévue, le mouton est susceptible d'avoir une réaction émotionnelle à ces événements. Un autre facteur important qui influence la réaction émotionnelle d'un mouton est la mesure dans laquelle il perçoit qu'il peut influencer l'événement auquel il doit faire face ou agir sur les conséquences de cet événement, ou les deux. Les réactions émotionnelles sont également influencées par les relations de dominance avec les autres moutons, avec « plus de réactions internes lorsque le mouton est dominé » et « plus de réactions ouvertes lorsqu'il domine » les autres moutons. L'appréciation des principes précédents peut amener à comprendre les facteurs qui sont susceptibles de faire qu'une procédure particulière sera ou non stressante et des solutions possibles pour atténuer les réactions de stress.

Hargreaves et Hutson (1997) ont proposé trois démarches qu'on peut adopter pour réduire l'aversion des traitements de manipulation : « réduire la gravité du traitement, changer la perception que le mouton a du traitement ou dissocier la manipulation du traitement aversif ». Hutson (2007) propose les exemples suivants : la séparation d'un traitement douloureux des autres procédures de manipulation, entraîner le mouton à répondre aux récompenses sous forme d'aliments, l'habituation à la procédure, la gentillesse, le conditionnement aux humains et à la manipulation, la simplification de la procédure d'apprentissage, p. ex., associer des indices au

traitement, à l'endroit et au manipulateur, et éviter d'utiliser les humains comme stimulus provoquant la peur pour déplacer les moutons.

Expérience. Les agneaux peuvent avoir des réactions de stress à la manipulation et à la contention à l'âge d'un jour (Moberg et coll., 1980). Toutefois, l'expérience influence les réponses ultérieures aux procédures de manipulation grâce à l'apprentissage (tout changement durable de comportement vient de l'expérience) et à la mémoire (la capacité d'entreposer et de se souvenir des effets d'une expérience) (Hargreaves et Hutson, 1997). Par exemple, Rushen (1996) décrit une situation dans laquelle avant qu'un mouton soit tondu la première fois, il courait volontiers dans un couloir, mais après quatre expériences de tonte simulée à la fin du couloir, ils résistaient à y repasser et devaient être poussés pour le suivre. Les moutons avaient appris à anticiper le traitement et étaient réticents à s'exposer à un traitement qu'ils trouvent aversif. Certains moutons se souviendront pendant un an de certaines procédures effectuées à la fin d'un couloir (Hutson, 1985). Mears et coll. (1999) ont découvert une réaction de cortisol de beaucoup supérieure à la tonte chez les brebis déjà tondues 1 à 4 fois que chez les brebis naïves qui ne l'avaient pas été (mais dans cette étude, le jour de la mesure se confondait avec le traitement). Par contre, Carcangiu et coll. (2008) n'ont trouvé aucune différence entre la réaction de cortisol des brebis adultes et des agneaux tondues la première fois.

Expériences favorables et défavorables : Malheureusement, plusieurs procédures de manipulation sont aversives, p. ex., inversion et culbutage, et agissent comme renforcement négatif au libre mouvement au sein d'un système de manipulation (Hutson, 2007). L'effet d'une expérience de manipulation peut dépendre de ce qu'on la perçoit comme plaisante ou déplaisante (Hargreaves et Hutson, 1997). « Les moutons apprennent vite à éviter les agents renforçants négatifs et à chercher les stimuli positifs liés à la manipulation » (Hargreaves et Hutson, 1997). Une fois qu'un mouton a vécu un traitement d'un système de manipulation qu'il a perçu comme aversif, il hésite à se déplacer librement dans le système. Le traitement peut agir comme renforcement négatif du comportement précédent, c.-à-d. le mouton a été puni pour s'être déplacé dans le système de manipulation. Une solution possible à ce problème est d'utiliser une autre motivation pour susciter le mouvement. Plutôt que d'avoir recours à des stimuli évoquant la peur suivis par un renforcement négatif, on peut encourager le mouvement par un renforcement positif. Pour les moutons, le renforcement positif le plus simple est la nourriture. « Les moutons développent rapidement une préférence pour la manipulation associée à des récompenses sous forme de nourriture » (Hargreaves et Hutson, 1997) et semblent capables de distinguer les humains qui les nourrissent des autres (Davis et coll., 1998). Hutson (1985) a révélé qu'une petite récompense d'orge immédiatement après la manipulation réduisait le temps nécessaire pour repousser par la suite le même mouton dans le couloir. Après 10 jours d'entraînement sur un mois, alors que les moutons couraient dans un couloir, puis n'étaient pas manipulés, forcés (maintenus étroitement contre le mur d'une cage de manipulation) ni maintenus et culbutés dans la cage de manipulation, il fallait moins de temps pour pousser les moutons qui avaient reçu de l'orge après un traitement que ceux qui n'en avaient pas reçu. Lorsqu'on a répété le traitement après un an, on a obtenu les mêmes résultats pour le groupe témoin et le groupe maintenu (dans les deux groupes, on passait moins de temps à pousser les moutons qui avaient été récompensés par de l'orge). Toutefois, le fait d'offrir de l'orge en récompense n'avait aucun effet sur le temps passé à pousser les moutons d'un groupe qui avait été maintenu et culbuté (Hutson, 1985).

Hargreaves et Hutson (1997) considèrent qu'un autre moyen d'éviter le développement d'une aversion généralisée à la manipulation consiste à intercaler des procédures de manipulation plus inoffensives entre les procédures stressantes.

Habituation. Si les moutons sont souvent exposés aux mêmes installations, les réactions de stress et de peur diminuent (Boissy, 1995). Il est avantageux de familiariser les moutons à la cour et aux tracés du couloir (Hutson, 1980). Il est également avantageux d'emprunter le même parcours chaque fois que les moutons sont manipulés (Hargreaves et Hutson, 1997). Hutson (1980) a démontré qu'après 6 semaines, les moutons qui avaient emprunté quinze fois une route et un sens de la circulation particuliers couraient plus vite que les moutons inexpérimentés qui, à leur tour, couraient plus vite que les moutons qui connaissaient la cour, mais n'avaient pas appris à y entrer de différentes directions ou selon une configuration différente. L'habitude d'une procédure peut amener des améliorations dans la manipulation des moutons en réduisant la réaction de stress (Hargreaves et Hutson, 1997) et l'aversion au traitement (Hargreaves et Hutson, 1990a). L'habitude est une forme d'apprentissage qui consiste en la réduction graduelle d'une réaction après exposition à un stimulus répété, comme la manipulation, sans renforcement (c.-à-d. le recours aux récompenses positives ou à la punition). La réaction de stress physiologique à la manipulation peut diminuer après plusieurs expositions (Hargreaves et Hutson, 1997). La répétition de la manipulation peut également suffire à réduire l'aversion. La tonte simulée des moutons (c.-à-d. tous les éléments de la tonte, sauf l'enlèvement de la laine) une fois par semaine pendant 4 semaines n'influence vraiment ni la distance de la fuite en réaction à la proximité des humains ni la réaction de cortisol maximal, sauf que la concentration de cortisol revenait à la valeur de base plus rapidement qu'au début des traitements (Hargreaves et Hutson 1990b). Le rythme d'habituation dépend du nombre de fois qu'un mouton est exposé à la manipulation et à la fréquence de cette exposition. Dans certains systèmes de gestion extensive, la manipulation peut être trop peu fréquente pour que les moutons s'y habituent (Hargreaves et Hutson, 1997).

Gentillesse. Hargreaves et Hutson (1990c) ont étudié si les contacts tactiles, visuels et auditifs avec les humains (gentillesse) peuvent réduire le stress et faciliter la manipulation des moutons pendant les procédures ultérieures. Pendant 35 jours consécutifs, ils ont placé trois moutons dans un couloir de triage aux côtés fermés, puis ont baissé une barrière pour isoler un mouton pour qu'un humain debout à ses côtés lui parle et le caresse pendant 20 secondes. Ils ont ensuite comparé une fois par semaine pendant 5 semaines la réaction des moutons ayant reçu des gentillesse et d'autres non, soit à l'absence de traitement ou à une tonte simulée à la fin du couloir. Les gentillesse ont réduit le rythme cardiaque et la distance de la fuite. Toutefois, la gentillesse n'a pas changé le temps qu'il faut au mouton pour suivre le couloir dans le but de subir une tonte simulée. Même si les moutons n'ayant pas connu de gentillesse mettaient plus de temps à entrer dans le couloir que ceux les ayant connues, Hargreaves et Hutson (1990c) interprètent ces résultats comme une réaction de peur diminuée des mouvements humains derrière eux pour les encourager à y entrer plutôt qu'une réaction de peur accrue à la tonte stimulée à la fin du couloir. Markowitz et coll. (1998) ont montré que les agneaux qui avaient reçu des gentillesse et un allaitement artificiel approchaient les humains plus facilement par la suite et passaient plus de temps près des personnes que ceux élevés avec leur mère. Les moutons qui avaient été manipulés par des personnes les laissaient s'approcher davantage que ceux du groupe témoin sans contact humain. Bien que Mateo et coll. (1991) aient révélé que 5

minutes par jour de gentillesse pendant 3 semaines réduisent l'hésitation des moutons à s'approcher d'un préposé, cela n'influence pas le temps qu'ils mettent à longer un couloir ou qu'on met à les tirer avec un licou.

Éléments stressants ou aversifs d'une procédure : La plupart des procédures de manipulation, comme la tonte, comportent plusieurs éléments et il est possible d'évaluer lesquels sont stressants ou aversifs et, dans certains cas, classer dans quelle mesure ils le sont pour les moutons. Hargreaves et Hutson (1990a) ont comparé les éléments suivants de la tonte : l'isolement ou non; la contention avec inversion ou à cheval et attaché sur un chevalet, la tête retenue, mais sans inversé; et la tonte ou non. Ces huit combinaisons de traitements exécutées pendant 4 minutes causaient une réaction du cortisol. Toutefois, la tonte était responsable de la plus importante réaction du cortisol suivie par l'isolement avec contention à l'envers. Par contre, Mears et coll. (1999) ont également découvert que la tonte et la tonte simulée causent une importante réaction du cortisol, mais aucune différence significative dans l'importance des réactions. Chez les moutons qui pouvaient choisir entre des paires de manipulations en leur donnant des paires de choix d'entrer dans un carrefour en Y qui contient un traitement de 2 minutes à la fin d'une des branches, Rushen (1986a) a pu classer l'aversion des traitements pour les moutons au moyen de leur préférence pour chaque paire de traitements. L'ordre des traitements par ordre d'aversion croissant s'établissait comme suit : la présence humaine, le confinement au milieu d'autres moutons, l'isolement visuel, la contention et l'isolement, et la contention avec inversion et isolement. À la suite de ces études, Hargreaves et Hutson (1990c) et Rushen (1996) ont suggéré que la tonte des moutons en position debout tout en demeurant en contact visuel avec les autres moutons serait une pratique moins aversive que la pratique normale qui consiste à isoler un mouton, puis à le tondre en position inversée. L'isolement est un élément de plusieurs procédures. Lorsqu'on ne peut l'éviter en maintenant un contact visuel avec les autres moutons, le recours à un miroir (Parrott et coll., 1988) ou à une image de la face d'un mouton de la même race (da Costa et coll., 2004) peut réduire l'importance de la réaction du cortisol à l'isolement.

Les chiens servent souvent à déplacer les moutons. Mais ils peuvent provoquer de la peur et du stress parce que les moutons sont susceptibles de les percevoir comme des prédateurs (Hemsworth et coll., 2011). Beausoleil et coll. (2005), qui ont utilisé la distance du groupe social pour évaluer la peur, ont révélé qu'un chien est plus aversif pour un mouton qu'un humain. Comme la « motivation traditionnelle qui sert à déplacer les moutons est l'application répétée de stimuli provoquant la peur », p. ex., les chiens, les stimuli auditifs ou visuels, Hutson (1985) a suggéré le recours à un mouton en chef et aux récompenses sous forme de nourriture comme options.

Exploiter le comportement naturel pendant les procédures de manipulation : Une autre considération importante est le recours à une procédure de manipulation qui « tient compte et exploite le comportement des animaux » (Hargreaves et Hutson, 1997). Hutson (2007) a examiné les principes comportementaux de la manipulation des moutons sous les rubriques suivantes : conception du système de manipulation, technique de manipulation et raison de la manipulation. « On considère que quatre facteurs influencent l'adéquation d'un système de manipulation des moutons : le mouton, le préposé, l'environnement physique, et la raison pour laquelle on manipule le mouton, soit le traitement » (Hargreaves et Hutson, 1997). Hutson (2007) considère

que les principes d'une « bonne » manipulation sont le « recours minimum aux stimuli suscitant la peur, l'évitement des bruits et la conscience de la distance de fuite ». Hutson (2007) recommande « que le critère de conception le plus important soit de donner au mouton une vision claire et sans obstacle de la sortie ou de l'endroit où il doit aller ».

Comportement social. Les moutons sont très sociaux et se regroupent en troupeau. Ce comportement grégaire est influencé par plusieurs facteurs et la distance entre les moutons d'un troupeau diffère d'une race à l'autre (Jørgensen et coll., 2011). Le comportement au sein du troupeau tend à être synchronisé et ils marchent ensemble à la queue leu leu (Hutson, 2007). « On exploite le comportement de poursuite pendant la manipulation alors que les moutons sont menés en groupe dans des rampes et des couloirs. » (Hargreaves et Hutson, 1997). Comme les comportements de rassemblement et de poursuite sont importants, toute manipulation qui comporte de séparer ou de briser les groupes de moutons causera des difficultés aux moutons et aux préposés (Hargreaves et Hutson, 1997). Les moutons courent plus rapidement dans les couloirs de 1,5 m que de 0,5 m de large parce qu'ils peuvent bouger en groupe plutôt que forcés en une seule ligne (Hutson et Hitchcock, 1978; Franklin et Hutson, 1982c).

Les moutons se déplacent plus facilement sur des surfaces antidérapantes. Les moutons mettent plus de temps pour monter ou descendre lorsque la pente est supérieure à 30 °. Si la rampe est étroite (0,5 m de large) et la pente est de 30 ° ou plus, les moutons mettent plus de temps à descendre la rampe qu'à la monter (Hitchcock et Hutson, 1979b). L'éclairage qui produit des ombres cause des difficultés, mais les contrastes de lumière ont une grande influence sur le mouvement des moutons (Hitchcock et Hutson, 1979a). Franklin et Hutson (1982a,b) n'ont trouvé aucun avantage au recours aux stimuli olfactifs ou aux vocalisations des moutons pour les encourager à avancer dans un couloir. Un stimulus électrique est également inutile lorsqu'on tente de déplacer des moutons dans un couloir. McCutchan et Freeman (1992) ont révélé que lorsque les moutons reçoivent une décharge électrique, 29 % du groupe avancent, 13 % n'avancent pas ou ne peuvent pas avancer et 58 % sont forcés de reculer ou reculent. Les groupes de moutons avancent plus rapidement dans un couloir dont les côtés sont solides plutôt qu'ouverts (Hutson et Hitchcock, 1978). Mais (Hutson et Hitchcock, 1978) ont révélé que l'effet de l'angle du couloir (0 ° à 135 °) sur la vitesse de déplacement est moins grand et dépend de sa largeur.

Hargreaves et Hutson (1997) recommandent que les « matériaux utilisés dans la construction des installations de manipulation ne doivent pas faire de bruits intenses ou alarmants » lorsqu'on les utilise. Les moutons vont plus facilement vers d'autres moutons ou la sortie que vers des stimuli aversifs (p. ex., un humain, un chien, un lieu de traitement ou un cul-de-sac apparent). Pour leur part, Franklin et Hutson (1982c) ont trouvé que les moutons appelants vivants ou les miroirs n'ont aucun effet sur le temps qu'un groupe de moutons met à se déplacer le long d'un couloir. Un mouton appelant vivant réduit l'hésitation des moutons à quitter la cage pour entrer dans un couloir, alors que le mouton modèle réduit le flot de moutons le long du couloir. Bien que les moutons semblent attirés par un miroir placé au bout du couloir, ils hésitent à passer outre.

Recommandations de recherche :

Une recherche plus approfondie des systèmes de manipulation qui sont stressants pour les moutons et les mesures qui peuvent servir à atténuer les effets stressants de la manipulation. Les

exemples de systèmes de manipulation qui doivent être évalués sont : les cages à agneau qui servent à la coupe de la queue et à la castration; les **cages de retournement** pour l'IA ou le parage des sabots; et les appareils de contention automatique.

Références

Apple, J. K., Minton, J. E., Parsons, K. M., Dikeman, M. E. et Leith, D. E. (1994) Influence of treadmill exercise on pituitary-adrenal secretions, other blood constituents, and meat quality of sheep. *Journal of Animal Science* 72:1306-1314.

Apple, J. K., Minton, J. E., Parsons, K. M. et Unruh, J. A. (1993) Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on pituitary-adrenal secretions, electrolytes, and other blood constituents of sheep. *Journal of Animal Science* 71:71-77.

Beausoleil, N. J., Stafford, K. J. et Mellor, D. J. (2005) Sheep show more aversion to a dog than to a human in an arena test. *Applied Animal Behaviour Science* 91:219-232.

Bobek, S., Niezgodna, J., Pierzchala, K., Litynski, P. et Sechman, A. (1986) Changes in circulating levels of iodothyronines, cortisol and endogenous thiocyanate in sheep during emotional-stress caused by isolation of the animals from the flock. *Journal of Veterinary Medicine Series A-Animal Physiology Pathology and Clinical Veterinary Medicine-Zentralblatt Fur Veterinarmedizin Reihe A* 33:698-705.

Boissy, A. (1995) Fear and fearfulness in animals. *Quarterly Review of Biology* 70:165-191.

Boissy, A., Bouix, J., Orgeur, P., Poindron, P., Bibé, B. et Le Neindre, P. (2005) Genetic analysis of emotional reactivity in sheep: Effects of the genotypes of the lambs and of their dams. *Genetics Selection Evolution* 37:381-401.

Cannon, W. B. (1939) *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage : an account of recent researches into the function of emotional excitement*. (2nd ed.) New York: Appleton-Centry Company.

Carcangiu, V., Vacca, G. M., Parmeggiani, A., Mura, M. C., Pazzola, M., Dettori, M. L. et coll. (2008) The effect of shearing procedures on blood levels of growth hormone, cortisol and other stress haematochemical parameters in Sarda sheep. *Animal* 2:606-612.

Caroprese, M., Albenzio, M., Marzano, A., Schena, L., Annicchiarico, G. et Sevi, A. (2010) Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 93:2395-2403.

Cockram, M. S. (2004) A review of behavioural and physiological responses of sheep to stressors to identify potential behavioural signs of distress. *Animal Welfare* 13:283-291.

Cook, C. J., Mellor, D. J., Harris, P. J., Ingram, J. R. et Matthews, L. R. (2000) Hands-on and hands-off measurement of stress. In *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and*

Implications for Animal Welfare, 1st ed. (Moberg G.P. and Mench J.A., eds.) Wallingford: CABI Publishing, pp. 123-146.

Coppinger, T. R., Minton, J. E., Reddy, P. G. et Blecha, F. (1991) Repeated restraint and isolation stress in lambs increases pituitary-adrenal secretions and reduces cell-mediated immunity. *Journal of Animal Science* 69:2808-2814.

da Costa, A. P., Leigh, A. E., Man, M.S. et Kendrick, K. M. (2004) Face pictures reduce behavioural, autonomic, endocrine and neural indices of stress and fear in sheep. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271:2077-2084.

Damián, J. P., et Ungerfeld, R. (2011) The stress response of frequently electroejaculated rams to electroejaculation: hormonal, physiological, biochemical, haematological and behavioural parameters. *Reproduction in Domestic Animals* 46:646-650.

Dantzer, R. et Kelley, K. W. (1989) Stress and immunity: An integrated view of relationships between the brain and the immune system. *Life Sciences* 44:1995-2008.

Davis, H., Norris, C. et Taylor, A. (1998) Wether ewe know me or not: the discrimination of individual humans by sheep. *Behavioural Processes* 43:27-32.

Dawood, T., Williams, M. R. I., Fullerton, M. J., Myles, K., Schuijers, J., Funder, J. W. et coll. (2005) Glucocorticoid responses to stress in castrate and testosterone-replaced rams. *Regulatory Peptides* 125:47-53.

Désiré, L., Boissy, A. et Veissier, I. (2002) Emotions in farm animals: A new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes* 60:165-180.

Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Delval, E., Toporenko, G. et Boissy, A. (2006) Appraisal process in sheep (*Ovis aries*): Interactive effect of suddenness and unfamiliarity on cardiac and behavioral responses. *Journal of Comparative Psychology* 120:280-287.

Dobson, H. et Smith, R. F. (2000) What is stress, and how does it affect reproduction? *Animal Reproduction Science* 60-61:743-752.

Dwyer, C. M. (2004) How has the risk predation shaped the behavioural responses of sheep to fear and distress? *Animal Welfare* 13:269-281.

Franklin, J. R. et Hutson, G. D. (1982a) Experiments on attracting sheep to move along a laneway. I. Olfactory stimuli. *Applied Animal Ethology* 8:439-446.

Franklin, J. R. et Hutson, G. D. (1982b) Experiments on attracting sheep to move along a laneway. II. Auditory stimuli. *Applied Animal Ethology* 8:447-456.

Franklin, J. R. et Hutson, G. D. (1982c) Experiments on attracting sheep to move along a laneway. III. Visual stimuli. *Applied Animal Ethology*, 8:457-478.

- Hargreaves, A. L. et Hutson, G. D. (1997) Handling systems for sheep. *Livestock Production Science* 49:121-138.
- Hargreaves, A. L. et Hutson, G. D. (1990a) An evaluation of the contribution of isolation, up-ending and wool removal to the stress response to shearing. *Applied Animal Behaviour Science* 26:103-113.
- Hargreaves, A. L. et Hutson, G. D. (1990b) Some effects of repeated handling on stress responses in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 26:253-265.
- Hargreaves, A. L. et Hutson, G. D. (1990c) The effect of gentling on heart rate, flight distance and aversion of sheep to a handling procedure. *Applied Animal Behaviour Science* 26:243-252.
- Hargreaves, A. L. et Hutson, G. D. (1990d) The stress response in sheep during routine handling procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 26:83-90.
- Harlow, H. J., Thorne, E. T., Williams, E. S., Belden, E. L. et Gern, W. A. (1987) Adrenal responsiveness in domestic sheep (*Ovis aries*) to acute and chronic stressors as predicted by remote monitoring of cardiac frequency. *Canadian Journal of Zoology* 65:2021-2027.
- Hemsworth, P. H., Rice, M., Karlen, M. G., Calleja, L., Barnett, J. L., Nash, J. et coll. (2011) Human-animal interactions at abattoirs: Relationships between handling and animal stress in sheep and cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 135: 24-33.
- Hitchcock, D. K. et Hutson, G. D. (1979a) Effect of variation in light intensity on sheep movement through narrow and wide races. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19:170-175.
- Hitchcock, D. K. et Hutson, G. D. (1979b) The movement of sheep on inclines. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19:176-182.
- Holley, D. C., Beckman, D. A. et Evans, J. W. (1975) Effect of confinement on the circadian rhythm of ovine cortisol. *Journal of Endocrinology* 65:147-148.
- Houdeau, E., Raynal, P., Marnet, P.-G., Germain, G., Mormede, P., Rossano, B. et coll. (2002) Plasma levels of cortisol and oxytocin, and uterine activity after cervical artificial insemination in the ewe. *Reproduction Nutrition Development* 42:381-392.
- Hutson, G. D. (1980) The effect of previous experience on sheep movement through yards. *Applied Animal Ethology* 6:233-240.
- Hutson, G. D. (1985) The influence of barley food rewards on sheep movement through a handling system. *Applied Animal Behaviour Science* 14:263-273.
- Hutson, G. D. (2007) Behavioural principles of sheep-handling. In *Livestock Handling and Transport 3rd ed.* (Grandin T. ed.) Wallingford: CABI pp. 155-174.

- Hutson, G. D. et Hitchcock, D. K. (1978) The movement of sheep around corners. *Applied Animal Ethology* 4:349-355.
- Jephcott, E. H., McMillen, I. C., Rushen, J., Hargreaves, A. et Thorburn, G. D. (1986) Effect of electroimmobilisation on ovine plasma concentrations of beta-endorphin/beta-lipotrophin, cortisol and prolactin. *Research in Veterinary Science* 41:371-377.
- Jørgensen, G. H. M., Andersen, I. L., Holand, O. et Bøe, K. E. (2011). Differences in the spacing behaviour of two breeds of domestic sheep (*Ovis aries*) - influence of artificial selection? *Ethology* 117: 597-605.
- Kilgour, R. et de Langen, H. (1970) Stress in sheep resulting from management practices. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 30:65-76.
- Lundberg, U. et Frankenhaeuser, M. (1980) Pituitary-adrenal and sympathetic-adrenal correlates of distress and effort. *Journal of Psychosomatic Research* 24:125-130.
- Markowitz, T. M., Dally, M. R., Gursky, K. et Price, E. O. (1998) Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour* 55:573-587.
- Mateo, J. M., Estep, D. Q. et McCann, J. S. (1991) Effects of differential handling on the behaviour of domestic ewes (*Ovis aries*). *Applied Animal Behaviour Science* 32:45-54.
- McCutchan, J. C. et Freeman, R. B. (1992) Failure of electrical prompting to improve sheep movement in single file races. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 19:455.
- Mears, G. J. et Brown, F. A. (1997) Cortisol and β -endorphin responses to physical and psychological stressors in lambs. *Canadian Journal of Animal Science* 77:689-694.
- Mears, G. J., Brown, F. A. et Redmond, L. R. (1999) Effects of handling, shearing and previous exposure to shearing on cortisol and β -endorphin responses in ewes. *Canadian Journal of Animal Science* 79:35-38.
- Mellor, D. J., Cook, C. J. et Stafford, K. J. (2000) Quantifying some responses to pain as a stressor. In *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare, 1st ed.* (Moberg G.P. and Mench J.A., eds.) Wallingford: CABI Publishing, pp. 171-198.
- Minton, J. E. (1994) Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *Journal of Animal Science* 72:1891-1898.
- Minton, J. E. et Blecha, F. (1990) Effect of acute stressors on endocrinological and immunological functions in lambs. *Journal of Animal Science* 68:3145-3151.
- Moberg, G. P. (2000) Biological response to stress: Implications for animal welfare. . In *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare, 1st ed.* (Moberg G.P. and Mench J.A., eds.) Wallingford: CABI Publishing, pp. 1-21.

- Moberg, G. P., Anderson, C. O. et Underwood, T. R. (1980) Ontogeny of the adrenal and behavioral responses of lambs to emotional stress. *Journal of Animal Science* 51:138-142.
- Morgan, C.A., Rasmusson, A.M., Wang, S., Hoyt, G., Hauger, R.L. et Hazlett, G. (2002) Neuropeptide-Y, cortisol, and subjective distress in humans exposed to acute stress: Replication and extension of previous report. *Biological Psychiatry* 52:136-142.
- Negrao, J. A. et Marnet, P.-G. (2003) Cortisol, adrenalin, noradrenalin and oxytocin release and milk yield during first milkings in primiparous ewes. *Small Ruminant Research* 47:69-75.
- Parrott, R. F., Houpt, K. A. et Misson, B. H. (1988) Modification of the responses of sheep to isolation stress by the use of mirror panels. *Applied Animal Behaviour Science* 19:331-338.
- Ramos, A. et Mormede, P. (1998) Stress and emotionality: a multidimensional and genetic approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 22:33-57.
- Rasmussen, D. D. et Malven, P. V. (1983) Effects of confinement stress on episodic secretion of LH in ovariectomized sheep. *Neuroendocrinology* 36:392-396.
- Rushen, J. (1986a) Aversion of sheep for handling treatments: Paired-choice studies. *Applied Animal Behaviour Science* 16:363-370.
- Rushen, J. (1986b) Some problems with the physiological concept of "stress". *Australian Veterinary Journal* 63:359-361.
- Rushen, J. (1996) Using aversion learning techniques to assess the mental state, suffering, and welfare of farm animals. *Journal of Animal Science* 74:1990-1995.
- Rushen, J. (1990) Use of aversion-learning techniques to measure distress in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 28:3-14.
- Sanford, J., Ewbank, R., Molony, V., Tavernor, W. D. et Uvarov, O. (1986) Guidelines for the recognition and assessment of pain in animals. *Veterinary Record* 118:334-338.
- Selye, H. (1936) A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138:32.
- Selye, H. (1946) The general adaptation syndrome and the disease of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 6:117-230.
- Stafford, K. J., Spoorenberg, J., West, D. M., Vermunt, J. J., Petrie, N. et Lawoko, C. R. O. (1996) The effect of electro-ejaculation on aversive behaviour and plasma cortisol concentration in rams. *New Zealand Veterinary Journal* 44:95-98.
- Thurley, D. C. et McNatty, K. P. (1973) Factors affecting peripheral cortisol levels in unrestricted ewes. *Acta Endocrinologica* 74:331-337.
- Tilbrook, A. J., Canny, B. J., Serapiglia, M. D., Ambrose, T. J. et Clarke, I. J. (1999) Suppression of the secretion of luteinizing hormone due to isolation/restraint stress in

gonadectomised rams and ewes is influenced by sex steroids. *Journal of Endocrinology* 160:469-481.

Veissier, I. et Boissy, A. (2007) Stress and welfare: Two complementary concepts that are intrinsically related to the animal's point of view. *Physiology et Behavior* 92:429-433.

Veissier, I., Boissy, A., Désiré, L. et Greiveldinger, L. (2009) Animals' emotions: Studies in sheep using appraisal theories. *Animal Welfare* 18:347-354.

von Holst, D. (1998) The concept of stress and its relevance for animal behaviour. *Advances in the Study of Behavior* 27:1-131.

2. AGNELAGE ACCÉLÉRÉ

Conclusions :

1. **Bien que l'agnelage accéléré comporte plusieurs effets possiblement négatifs sur le bien-être des brebis et des agneaux, il y a peu d'éléments de preuve scientifiques qui démontrent que les moutons sont susceptibles de souffrir davantage dans un système d'agnelage accéléré que dans un système traditionnel.**
2. **L'analyse des problèmes de bien-être potentiels associés à l'agnelage accéléré suggère qu'un niveau supérieur de gestion peut en éliminer plusieurs, p. ex., la sélection des races, le maintien du bon état des brebis, les soins aux agneaux nouveau-nés pour s'assurer qu'ils reçoivent suffisamment de colostrum ou de lait et une protection contre le froid, et une surveillance et des soins accrus si certains aspects de la reproduction se produisent pendant le temps chaud.**
3. **Le principal effet de l'agnelage accéléré qui risque de menacer le bien-être des agneaux est leur faible poids à la naissance pour ceux nés à l'automne ou en hiver comparé à l'agnelage printanier traditionnel.**
4. **Le principal effet de l'agnelage accéléré qui risque de menacer le bien-être des brebis est de réduire le temps de récupération postnatal et postlactation.**
5. **L'adoption d'un système d'agnelage accéléré peut provoquer le changement des mesures de contrôle de la santé nécessaires pour minimiser le risque de maladie.**

Contexte : L'agnelage accéléré (ou agnelage fréquent) est une méthode utilisée pour augmenter le nombre d'agneaux nés dans un troupeau en augmentant la fréquence de l'agnelage à plus d'un par année. Ce n'est pas un système de reproduction naturel. Dans des conditions naturelles, les brebis sont polyestriennes de façon saisonnière; leur cycle commence lorsque la longueur du jour diminue à l'automne. Après l'accouplement, les brebis ont une période de gestation d'environ cinq mois. Cela signifie que la plupart des moutons naissent au printemps. Si les conditions atmosphériques sont favorables, l'agnelage à ce moment offre à l'agneau de bonnes conditions de survie.

Il est possible d'amener les brebis à agneler tous les 7,2 à 8 mois en manipulant artificiellement leur cycle de reproduction. Toutefois, le moment de l'agnelage en dehors de la saison naturelle peut ne pas coïncider avec les conditions thermales idéales pendant l'agnelage ou pour la nutrition idéale dans les pâturages pour la brebis avant et après l'agnelage. L'agnelage accéléré tente d'augmenter la productivité de la brebis en réduisant le temps normal (environ 4 mois de l'année) pendant lequel elle n'est pas grosse ou en train d'allaiter. Les deux principaux systèmes d'agnelage sont : trois périodes d'agnelages en deux ans (c.-à-d. un agnelage tous les 8 mois) et cinq périodes d'agnelage en trois ans (connu sous le nom de système 5 étoiles de Cornell, c.-à-d. un agnelage tous les 7,2 mois) (Fisher, 2001). Trois agnelages en deux ans exigent un intervalle moyen de huit mois, soit 1,5 agnelage par brebis par année. Comme l'explique Martins (2011), on peut appliquer ce système au moyen d'un « calendrier fixe d'accouplement et d'agnelage comme accouplement en mai, agnelage en octobre, accouplement en janvier, agnelage en juin et

accouplement en septembre, agnelage en février. On peut aussi le modifier légèrement à 7-7-10 ou 7-8-9 mois d'intervalle pour l'ajuster au climat, à la gestion et aux ressources alimentaires. » On espère une portée de cinq agneaux par brebis tous les trois ans au moyen de cinq périodes d'agnelage chaque année. Dans ce régime, il y a trois groupes de gestion séparés dans le troupeau : les brebis reproductrices, les brebis gestantes et les béliers; les jeunes brebis et les brebis qui allaitent et leurs agneaux; et les agneaux en croissance (marché et remplacements) (Martins, 2011).

On peut contrôler la reproduction des moutons au moyen de l'induction artificielle de l'œstrus, de l'ovulation et de la fécondation. La production accélérée des agneaux ou la reproduction hors saison exigent la sélection de races appropriées qui ont des traits maternels qui font qu'elles s'occupent suffisamment de leurs agneaux. Les traitements à la progestérone sont un moyen commun d'induire l'œstrus chez les brebis qui ne sont pas en chaleur. Mais il est également possible d'induire l'œstrus par un traitement à la mélatonine ou en abritant les brebis dans un bâtiment étanche à la lumière et en contrôlant la photopériode (p. ex., Cameron et coll., 2010). On peut également stimuler l'ovulation des brebis qui ne sont pas en chaleur par l'introduction soudaine d'un bélier ou d'un bélier « boute-en-train » et vasectomisé. L'insémination artificielle (vaginale, cervicale, transcervicale et laparoscopique ou intra-utérine) peut également faire partie d'un programme de reproduction contrôlée. Par exemple, l'insémination artificielle par laparoscopie peut servir à la reproduction hors saison lorsque les effets saisonniers sur la production de sperme du bélier et sur sa libido réduisent l'efficacité de l'accouplement naturel (Gourley et Riese, 1990). Toutefois, si on a recours à des races ayant un cycle œstral naturellement non saisonnier (p. ex., Dorset), les systèmes d'agnelage accéléré ne dépendent pas de l'usage des hormones ou du contrôle de la lumière (Smith, 2006).

Malheureusement, aucune étude n'a été consacrée au bien-être des moutons au début des systèmes d'agnelage accéléré par rapport aux systèmes traditionnels (Fisher, 2004). Fisher (2004) a examiné la documentation pour évaluer les répercussions sur le bien-être et Smith (2006) pour en évaluer les répercussions sur la santé.

Ils ont évalué les documents qui ne visaient pas à évaluer le bien-être, mais qui comparaient l'agnelage accéléré à l'agnelage traditionnel au moyen de facteurs comme la performance biologique, la santé et autres. Toutefois, les résultats des études individuelles étaient susceptibles de dépendre non seulement du recours à l'agnelage accéléré, mais également d'autres aspects de la gestion des moutons, p. ex., race, nutrition, âge au sevrage, climat et santé.

La relation entre la performance biologique, p. ex., la mesure de la réussite de la reproduction et la mesure de la croissance, et le bien-être animal est complexe (Keeling et coll., 2011). Comme les animaux d'élevage sont sélectionnés pour leur potentiel de reproduction, le défaut de se reproduire peut indiquer un problème de bien-être, comme une baisse générale de la condition physique ou la faiblesse extrême, une affection sous-jacente ou chez les femelles en particulier, une perturbation des événements endocriniens complexes nécessaires à la reproduction causée par un agent stressant. Toutefois, la baisse de la réussite de la reproduction peut également provenir de la gestion de la reproduction qui n'a rien à voir avec les facteurs susceptibles d'influencer le bien-être, comme la reproduction pendant la saison anovulatoire. L'agnelage accéléré exigeant des stratégies de gestion de la reproduction différentes de celles utilisées en agnelage traditionnel, la pertinence des mesures de la réussite de cette reproduction pour évaluer

les répercussions sur le bien-être de chaque système d'agnelage est limitée. De plus, le succès excessif de la reproduction peut causer des problèmes, comme la perte des réserves physiques chez les brebis, pour répondre aux besoins des multiples fœtus et aux exigences associées à la lactation post-partum de multiples agneaux. Par conséquent, on utilise peu les mesures du succès de la reproduction pour évaluer les répercussions possibles sur le bien-être de l'agnelage accéléré par rapport à l'agnelage traditionnel, car il est impossible d'interpréter leur pertinence pour le bien-être animal.

Problèmes de bien-être possibles associés à l'agnelage accéléré : Les problèmes de bien-être possibles pour les agneaux, les brebis et les béliers ont été cernés dans la documentation et résumés dans le Tableau 2. La démarche adoptée respecte les méthodes normales d'évaluation du bien-être comme celle qu'utilise Dwyer (2008) pour évaluer les problèmes de bien-être des agneaux nouveau-nés. Les cinq libertés fournies par le Farm Animal Welfare Council du Royaume-Uni offrent un cadre pour présenter une première évaluation des problèmes de bien-être possibles.

Tableau 2 : Problèmes de bien-être possibles associés à l'agnelage accéléré.

Problème ^a	Référence	Effet potentiel ^b	Conséquence possible sur le bien-être ^c
Poids à la naissance inférieur chez les agneaux nés en automne ou en hiver par rapport à l'agnelage printanier habituel.	Fisher (2004); Jenkinson et coll. (1995)	Mortalité accrue des agneaux due 1. à une plus grande perte de chaleur (ratio accru surface-masse corporelle)	L'exposition à des conditions environnementales néfastes provoque de l'inconfort et de la souffrance
		2. Risque accru d'inanition (due à une baisse de vigueur)	Risque accru d'inconfort thermique et de faim
		Risque décru de dystocie chez les agneaux trop gros	Réduction de la douleur et de l'inconfort de la brebis et de l'agneau
Baisse de la production de lait chez les brebis qui agnellent en automne ou en hiver par rapport à l'agnelage printanier habituel.	Fisher (2004)	Taux de croissance inférieur chez les agneaux	Dépend de l'ampleur de la réduction à savoir si elle est associée à la prise d'aliments insuffisante causant la faim ou à un affaiblissement général qui influence la condition biologique
La difficulté d'harmoniser les demandes d'énergie des brebis pendant la fin de la gestation et la lactation à l'offre d'aliments lorsque les pâturages ne sont pas accessibles.	Fisher (2004)	Les agneaux disposent de moins de lait.	Risque accru d'inconfort thermique et de faim
		Les brebis sont plus susceptibles de toxémie de gestation	Souffrance suscitée par la « maladie »
Agnelage par temps froid	Fisher (2004)	Risque accru d'hypothermie et de mortalité chez l'agneau	Risque accru d'inconfort thermique
		Difficulté accrue pour soigner les brebis et les agneaux	En cas de soins inadéquats, risque de douleur, d'inconfort, de soif et de

Problème ^a	Référence	Effet potentiel ^b	Conséquence possible sur le bien-être ^c
			faim
Agnelage par temps chaud		Risque accru de stress thermique	Risque accru d'inconfort thermique
		Besoin d'eau accru pour les brebis qui allaitent	Soif chez les brebis et les agneaux, faim chez les agneaux
Temps de récupération post-partum et postlactation réduit chez les brebis ou récupération par temps chaud, ou les deux	Hansen et Shrestha (2002); Goulet et Castonguay (2002)	Possibilité de réduction de la prise d'aliments et de la récupération de l'état physique	Possibilité d'affaiblissement général de la forme biologique et de la production de lait ultérieure
Étendre l'agnelage sur plus d'une période	Fisher (2004); Smith (2006)	Disponibilité et qualité accrues de la main-d'œuvre pour fournir des soins adéquats	Risque réduit de douleur et d'inconfort
		S'il se produit une maladie ou un problème de gestion, tous les agneaux sont exposés en même temps	
Si l'agnelage accéléré exige un agnelage intérieur	Stafford et Gregory (2008)	Protection contre le mauvais temps	Risque réduit d'inconfort thermique
		Surveillance et assistance plus faciles	Risque réduit de douleur et d'inconfort
		La proximité peut aider à forger des liens entre la brebis et son ou ses agneaux	Risque réduit de faim chez les agneaux
		Risque accru de mammite, en particulier sur la paille à de fortes densités de peuplement	Douleur et inconfort des brebis. Risque accru de faim chez les agneaux
		Risque accru d'infection périnatale dans des conditions malsaines	Risque accru de douleur et d'inconfort
		Risque accru de comportement maternel inadéquat dû à l'interférence	Risque accru de faim chez les agneaux
		Risque réduit de prédation	Risque réduit de douleur et d'inconfort
Sevrage précoce des agneaux	Dwyer (2008); Sowińska et coll. (2001)	Stress accru et possibilité de risque accru de maladie	Stress accru et possibilité de risque accru de douleur, d'inconfort et de maladie
Le recours à des interventions invasives sur la brebis, p. ex., insémination artificielle par laparoscopie, dans le cadre	Fisher (2004); Stafford et coll. (2006)	Stress, inconfort et risque de maladie dus à la manipulation	Stress et peur associés à la manipulation. Douleur et inconfort de la procédure et de la maladie

Problème ^a	Référence	Effet potentiel ^b	Conséquence possible sur le bien-être ^c
d'une reproduction contrôlée			
Vasectomiser les béliers pour les utiliser comme « boute-en-train »	Matthews (1990)	Stress et inconfort de la manipulation	Stress et peur associés à la manipulation. Possibilité de douleur et d'inconfort dus à la procédure
Recours accru à l'électroéjaculation des béliers pour contrôler la production de sperme	Damián et Ungerfeld (2011)	Stress	Stress et inconfort
Recours aux béliers pour un accouplement naturel à plus grande fréquence et hors saison	Matthews (1990)	Perte de forme physique et possibilité accrue de stress thermique	Possibilité d'affaiblissement général qui influence l'état biologique Risque accru d'inconfort thermique

^a Issu d'un examen de la documentation et des principes de base, c.-à-d. des concepts ou hypothèses fondamentaux sur lesquels se fondent l'évaluation du bien-être animal. Ils proviennent des 5 libertés du FAWC et de la connaissance et de la compréhension des principes biologiques, y compris de la physiologie, de la psychologie, du comportement et de la santé.

^b Issu d'un examen de la documentation et des principes de base

^c Cerné au moyen des premiers principes

Questions de santé : le risque de certaines maladies pourrait être accru si l'agnelage doit se faire à l'intérieur, qu'il soit accéléré ou non (Ridler, 2008). Ridler (2008) a prévenu que l'hébergement augmente le risque que les maladies suivantes se produisent chez les agneaux : coccidiose; endotoxémie à l'E. coli (agneau baveur); infections bactériennes post-partum, comme l'omphalite et la polyarthrite; et la cryptosporidiose. Benoit et coll. (2009) ont découvert un taux de mortalité de beaucoup supérieur (18 %) dans un système d'agnelage accéléré en production biologique (3 périodes d'agnelage en 2 ans) par rapport à un système d'agnelage en production biologique une fois l'an (12 %) ($P < 0,05$) et une mortalité périnatale plus forte (jusqu'à l'âge de 10 jours) de 14 % dans le système d'agnelage accéléré comparé aux 10 % du système d'agnelage une fois l'an ($P < 0,01$). Bien que statistiquement identique, le taux de mortalité des agneaux après l'âge de 10 jours dû aux maladies comme l'arthrite, l'endotoxémie et la pneumonie était de 5 % dans le système d'agnelage accéléré et de 3 % dans le système d'agnelage une fois l'an.

L'agnelage accéléré peut amener une gamme plus étroite d'âges des agneaux à l'intérieur de la période d'agnelage. Cela peut aider au contrôle de la coccidiose. Cela diminue le risque que les agneaux nés plus tard soient exposés à un plus grand nombre d'ookystes dans la litière et offre l'occasion de remplacer la litière après qu'un lot d'agneaux ait été sevré et avant l'arrivée du prochain groupe de brebis pour agneler (Smith, 2006). Cela dit, Benoit et coll. (2009) ont révélé plus de coccidies chez les agneaux d'un système d'agnelage accéléré biologique que chez ceux d'un système d'agnelage une fois l'an biologique ($P < 0,05$).

Smith (2006) considère que l'inconvénient d'avoir plusieurs périodes d'agnelage chaque année tient à la présence constante de moutons susceptibles aux maladies dans une installation. Par exemple, l'ecthyma contagieux pourrait disparaître d'un troupeau à agnelage annuel, mais persister lorsqu'il y a une circulation constante de nouveaux moutons susceptibles. Smith (2006) a également mis en garde contre la tentation de mêler les brebis en mauvais état physique ou les petits agneaux des groupes précédents aux moutons des groupes suivants. Dans plusieurs cas,

Smith (2006) considère que la cause du mauvais état physique était sans doute une maladie infectieuse chronique. Le mélange des moutons, contrairement à un système tout-plein/tout-vider, peut propager la maladie aux autres groupes. Un autre problème que cerne Smith (2006) a trait à la gestion du pâturage pour contrôler les parasites. Si l'agnelage se fait une fois par année, il est possible de mener tous les agneaux vers des pâturages relativement exempts de strongles. Mais si plusieurs lots d'agneaux sont produits chaque année et qu'il n'y a pas de pâturage frais pour chaque lot, les agneaux pourraient être exposés à des pâturages contaminés aux œufs de strongles des groupes antérieurs. Benoit et coll. (2009) ont relevé des éléments de preuve à l'appui de cette suggestion. Ils ont découvert dans un cadre de production biologique un plus grand nombre de strongles dans le tube digestif des brebis et des agneaux d'un système d'agnelage accéléré que dans un système d'agnelage une fois l'an ($P < 0,05$).

Nutrition : Dans un système d'agnelage accéléré, plusieurs facteurs, comme la nutrition, l'état physique et la race, peuvent jouer sur la capacité des brebis de récupérer de l'agnelage et de la lactation antérieurs avant d'être de nouveau accouplées (Goulet et Castonguay, 2002). Goulet et Castonguay, (2002) ont comparé les effets de l'accouplement après une période postpartum de 75 jours avec l'accouplement après une période postpartum de 90 jours. Ils ont découvert qu'après la période plus longue, les brebis avaient une meilleure note d'état corporel à l'accouplement (3,1 c. 2,7) ($P < 0,01$), mais il n'y avait aucune différence au moment de l'agnelage. La longueur de la période post-partum avant l'accouplement n'avait pas non plus d'effet sensible sur le poids des agneaux à la naissance. Matthews (1990) recommande que les brebis assujetties à l'agnelage accéléré soient maintenues dans un bon état corporel tout au long de l'année et aient une note d'état corporel de 3 à 3,5 avant l'accouplement. Au Canada, Cameron et coll. (2010) ont démontré qu'il est possible de maintenir les brebis dans un état corporel moyen (au moment de la reproduction, 5 semaines avant l'agnelage et à l'agnelage) de 3 dans un système d'agnelage accéléré, alors que la note des brebis d'un système traditionnel est de 2,5 ($P < 0,001$).

Réforme des brebis : « Selon le type de race et la stratégie de réforme, l'agnelage accéléré peut raccourcir la vie productive des brebis par rapport à l'agnelage annuel » (Nugent et Jenkins, 1992). Toutefois, quand c'est le cas, cela semble dû à une réforme pour des raisons de reproduction plutôt que pour des raisons physiques ou de santé (Nugent et Jenkins, 1992). Au Canada, Cameron et coll. (2010) n'ont détecté aucune différence dans le taux de réforme des brebis d'un système d'agnelage accéléré (8 %) par rapport à un système traditionnel (7 %). De même au Mexique, Rodríguez et coll. (1998) n'ont détecté aucun effet du système d'agnelage sur le taux de réforme des brebis.

Poids corporel des agneaux et environnement thermique : Au Canada, Cameron et coll. (2010) ont trouvé un poids à la naissance inférieur chez les agneaux nés dans un système d'agnelage accéléré (3,4 kg) comparé à un système d'agnelage traditionnel (4,1 kg) ($P < 0,001$). Des études d'autres pays ont constaté un effet semblable (Gül et Keskin 2010; deNicolo et coll., 2008). Benoit et coll. (2009) ont révélé que le système d'agnelage et la période de l'année de l'agnelage ont un effet sur le poids à la naissance des agneaux. Une étude au Canada a révélé que la saison de la naissance n'a aucun effet sur la mortalité des agneaux dans un système d'agnelage accéléré (Fahmy, 1990). Toutefois, l'agnelage effectué à l'intérieur réduit l'influence de la saison comme les mauvaises conditions atmosphériques. Il faut approfondir la recherche pour cerner l'importance biologique, dans le contexte du climat froid canadien, du poids à la naissance inférieur des agneaux issus des brebis d'un système d'agnelage accéléré.

Si un agneau nouveau-né ayant un faible poids corporel avait plus de difficulté à endurer le froid que les agneaux plus gros, il risquerait davantage de geler et de mourir. Mellor et Stafford (2004) considèrent que l'effet de l'hypothermie sur les agneaux néonataux est une question de bien-être d'importance légère à modérée. Ils considèrent que l'hypothermie est susceptible d'être douloureuse et pénible jusqu'à ce que la température centrale de l'agneau chute à un tel point que la fonction cérébrale en est déprimée. Toutefois, lorsqu'il tente de maximiser la production de chaleur, l'agneau a des difficultés physiologiques, p. ex., un vigoureux tremblement musculaire qui produit de la détresse causée par l'épuisement. La chaleur maximale qu'un agneau peut produire alors qu'il tente de maintenir sa température corporelle en réponse à une perte de chaleur accrue dans un milieu froid s'appelle « métabolisme de sommet ». La perte de chaleur est proportionnelle à la superficie et le ratio superficie:poids corporel augmente à mesure que le poids corporel d'un agneau nouveau-né diminue (Eales et Small, 1980). Alexander (1962) a montré que pendant le métabolisme de sommet, le taux de chaleur par poids corporel que produisent les jeunes agneaux est à peu près constant à tous les poids corporels. Par conséquent, le métabolisme de sommet par unité de superficie augmente à mesure qu'augmente le poids corporel. Il en découle que les agneaux plus lourds sont plus susceptibles de maintenir leur température corporelle en cas de forte perte de chaleur que les agneaux plus légers. Toutefois, Eales et Small (1980) ont montré chez les agneaux d'une race plus petite que le métabolisme de sommet par unité de poids corporel augmente à mesure que diminue le poids corporel de sorte que le métabolisme de sommet est directement proportionnel à la superficie. Le taux de consommation d'énergie par unité de poids corporel chez les petits agneaux sera supérieur que chez les agneaux plus gros maintenus dans les mêmes conditions. Par conséquent, les auteurs suggèrent que toute interruption de l'approvisionnement de lait aura un effet plus aigu sur la capacité des agneaux plus petits à maintenir leur température corporelle par temps froid que chez les agneaux plus gros.

Croissance des agneaux : Benoit et coll. (2009) ont révélé que les agneaux d'un système d'agnelage accéléré en production biologique (235 g/j) ont un taux de croissance inférieur de 0 à 70 jours par rapport à ceux d'un système d'agnelage une fois l'an biologique (258 g/j) ($P < 0.05$). Mais cet effet est influencé par la saison de l'agnelage. D'autres études ont révélé un effet semblable (Gül et Keskin 2010).

Sevrage précoce : Le sevrage artificiel comporte la séparation de la brebis de ses agneaux et un profond changement de diète. Le sevrage peut être stressant tant pour l'agneau que pour la brebis. Napolitano et coll. (2008) ont suggéré que le sevrage précoce des agneaux nuit à leur bien-être, mais ils n'ont pas produit de preuves convaincantes à savoir si le moment précoce nécessaire au système d'agnelage accéléré est pire pour le bien-être de l'agneau que le moment plus tardif du système traditionnel. Dwyer (2008) a suggéré que les agneaux sevrés précocement étaient plus susceptibles aux maladies que les autres. Bien que cela soit possible, les preuves sont minces. Toutefois, Sowińska et coll. (2001) ont révélé une réponse du cortisol supérieure chez les brebis lorsqu'on enlève leurs agneaux pendant 15 h à l'âge de 50 jours que lorsqu'on les enlève pendant 15 h à l'âge de 100 jours. Pérez-León et coll. (2006) ont montré que le stress que vivent les brebis au moment du sevrage, à la suite de la séparation de leurs agneaux, peut être atténué en partie en les induisant de façon hormonale à exprimer les activités de l'œstrus à proximité des béliers le jour du sevrage. Cela suggère que la pratique de l'induction hormonale de l'œstrus le jour du sevrage, qui fait souvent partie du système d'agnelage accéléré, peut en fait réduire chez la brebis le stress dû à la séparation de ses agneaux.

Recommandations de recherche :

L'évaluation globale des effets sur le bien-être de l'agnelage accéléré au Canada par rapport aux systèmes traditionnels. Les résultats concernant le bien-être devraient inclure : l'effet sur la mortalité des agneaux par saison et l'intervalle entre les agnelages, la longévité de la brebis et le taux de maladie associé à l'agnelage et à la lactation, et les effets sur les maladies des agneaux. Le groupe de comparaison devrait correspondre à l'âge de la brebis et à la saison de naissance dans les systèmes d'agnelage une fois l'an.

Références

- Alexander, G. (1962) Temperature regulation in the new-born lamb. V. Summit metabolism. *Australian Journal of Agricultural Research* 13:100-121.
- Benoit, M., Tournadre, H., Dulphy, J.P., Laignel, G., Prache, S. et Cabaret, J. (2009) Is intensification of reproduction rhythm sustainable in an organic sheep production system? A 4-year interdisciplinary study. *Animal* 3:753-763.
- Cameron, J., Malpaux, B. et Castonguay, F.W. (2010) Accelerated lambing achieved by a photoperiod regimen consisting of alternating 4-month sequences of long and short days applied year-round. *Journal of Animal Science* 88:3280-3290.
- Damián, J.P. et Ungerfeld, R. (2011) The stress response of frequently electroejaculated rams to electroejaculation: Hormonal, physiological, biochemical, haematological and behavioural parameters. *Reproduction in Domestic Animals* 46:646-650.
- deNicolo, G., Morris, S.T., Kenyon, P.R. et Morel, P.C.H. (2008) A comparison of two lamb production systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 51:365-375.
- Dwyer, C.M. (2008) The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research* 76:31-41.
- Eales, F.A. et Small, J. (1980) Determinants of heat production in newborn lambs. *International Journal of Biometeorology* 24:157-166.
- Farm Animal Welfare Council. (2009) *Five Freedoms*. Available at <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>
- Fahmy, M.H. (1990) The accumulative effect of Finnsheep breeding in crossbreeding schemes: Ewe productivity under an accelerated lambing system. *Canadian Journal of Animal Science* 70:967-971.
- Fisher, J.W. (2001) An economic comparison of production systems for sheep. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 49:327-336.
- Fisher, M.W. (2004) A review of the welfare implications of out-of-season extensive lamb production systems in New Zealand. *Livestock Production Science* 85:165-172.

Goulet, F. et Castonguay, F.W. (2002) Influence of lambing-to-rebreeding interval on ewe reproductive performance in the anestrus season. *Canadian Journal of Animal Science* 82:453-456.

Gourley, D.D. et Riese, R.L. (1990) Laparoscopic artificial insemination in sheep. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 6:615-633.

Gül, S. et Keskin, M. (2010) Reproductive characteristics of Awassi ewes under Cornell alternate month accelerated lambing system. *Italian Journal of Animal Science* 9:e49.

Hansen, C. et Shrestha, J.N.B. (2002) Consistency of genetic parameters of productivity for ewes lambing in February, June and October under an 8-month breeding management. *Small Ruminant Research* 44:1-8.

Jenkinson, C.M.C., Peterson, S.W., Mackenzie, D.D.S., McDonald, M.F. et McCutcheon, S.N. (1995) Seasonal effects on birth weight in sheep are associated with changes in placental development. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38:337-345.

Keeling, L.J., Rushen, J. et Duncan, I.J.H. (2011) Understanding animal welfare. In: *Animal Welfare*, 2nd ed. (Appleby M.C., Mench, J.A., Olsson, I.A.S. and Hughes, B.O. eds.). CABI: Wallingford, pp. 13-26.

Martins, H. (2011) *Accelerated Lambing*. Manitoba Agriculture and Food. Disponible à l'adresse : .

Matthews, D. (1990) The role of private practitioners in accelerated lambing. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 6:585-595.

Mellor, D.J. et Stafford, K.J. (2004) Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *Veterinary Journal* 168:118-133.

Napolitano, F., De Rosa, G. et Sevi, A. (2008) Welfare implications of artificial rearing and early weaning in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 110:58-72.

Nugent 3rd., R.A. et Jenkins, T.G. (1992) Effects of alternative lamb production systems, maternal line, and culling strategy on flock age structure. *Journal of Animal Science* 70:2285-2295.

Pérez-León, I., Orihuela, A., Lidfors, L. et Aguirre, V. (2006) Reducing mother-young separation distress by inducing ewes into oestrus at the day of weaning. *Animal Welfare* 15:383-389.

Ridler, A. (2008) Disease threats to sheep associated with intensification of pastoral farming. *New Zealand Veterinary Journal* 56:270-273.

Rodríguez, R.O.L., Heredia, A.M., Quintal, F.J. et Velazquez, M.A. (1998) Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes mated at yearly and 8-monthly intervals over six years. *Small Ruminant Research* 30:177-184.

Smith, M.C. (2006) Veterinary experiences with the Cornell STAR system of accelerated lambing. *Small Ruminant Research* 62:125-128.

Sowińska, J., Brzostowski, H., Tański, Z. et Czaja, K. (2001) The weaning stress response in lambs of different age. *Czech Journal of Animal Science* 46:465-468.

Stafford, K.J., Chambers, J.P., Sylvester, S.P., Kenyon, P.R., Morris, S.T., Lizarraga, I. et De Nicolo, G. (2006) Stress caused by laparoscopy in sheep and its alleviation. *New Zealand Veterinary Journal* 54:109-113.

Stafford, K.J. et Gregory, N.G. (2008) Implications of intensification of pastoral animal production on animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal* 56:274-280.

3. MÉTHODE D'EUTHANASIE DES MOUTONS À LA FERME

Conclusions :

1. **L'utilisation correcte d'un pistolet à percuteur au-dessus/au-devant de la tête entraînera la perte de conscience immédiate et, lorsqu'elle est suivie par l'exsanguination ou l'énuquage, le mouton mourra sans reprendre conscience. Mais certains moutons pourraient ne pas perdre conscience immédiatement selon la manière d'utiliser le pistolet. Dans une étude, un pistolet à percuteur étourdissait efficacement 94 % des moutons. Mais les béliers à cornes présentaient les plus grandes difficultés (seulement 84 % étaient étourdis efficacement). Tous les cas d'étourdissement raté étaient dus au manque d'adresse au tir qui ne cause pas assez de dommages au cerveau. Même si le pistolet à percuteur ordinaire provoque la mort de certains moutons, une procédure supplémentaire assure qu'ils meurent et qu'il n'y a aucun risque de reprise de conscience partielle ou totale. Le recours au pistolet à percuteur dans la position de départ n'entraîne pas toujours la perte immédiate de conscience. Lorsque les plombs ou la cartouche d'une arme à feu pénètrent suffisamment dans le crâne pour causer une détérioration importante du cerveau, ils causent la perte de conscience immédiate.**
2. **L'exsanguination (la saignée) sans étourdissement préalable ne cause pas la perte de conscience immédiate. Dans une étude, il a fallu 14 secondes pour que le cerveau d'un mouton anesthésié arrête de réagir aux stimuli visuels. De plus, il est probable que le mouton ressentira de la douleur pendant et après l'incision au cou pour l'exsanguination.**
3. **Un traumatisme contondant peut causer une détérioration importante du cerveau des agneaux. Un coup à la région frontale cause plus de détérioration au cerveau qu'un coup aux régions temporale ou centrale. Outre le recours au pistolet à tige non pénétrante, aucune étude n'a été faite sur l'efficacité du traumatisme contondant pour causer de façon constante la perte de conscience immédiate et la mort des agneaux.**

Contexte :

Tout éleveur est tenu d'effectuer à la ferme l'euthanasie des moutons pour prévenir et éviter la souffrance, p. ex., lorsque ni le traitement ni le transport pour abattage aux fins de la consommation humaine ne sont des options réalisables. La rédaction d'un plan d'euthanasie à la ferme approprié (p. ex., ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario [MAAARO], 2011a) qui comporte la détermination de résultats finaux et de schémas de décision (p. ex., MAAARO, 2011b), de méthodes d'euthanasie et de formation du personnel devrait faire partie du programme global de gestion de la santé du troupeau (Turner et Doonan, 2010).

Il y a plusieurs façons de tuer des moutons, mais il n'y a que quelques méthodes pratiques pour les éleveurs individuels qui doivent de temps à autre euthanasier un petit nombre de moutons à la fois. Il y a beaucoup de documents qui offrent des conseils sur la manière d'euthanasier les

moutons et ils sont énumérés soit dans la liste des références ou à l'annexe 3 à la fin du présent rapport. Ce sont des sources utiles d'information pratique qui ont servi à la mise en contexte de l'information scientifique sur les méthodes d'euthanasie.

Plusieurs rapports offrent des démarches sur la façon d'évaluer les conséquences sur le bien-être des différentes méthodes d'euthanasie. L'AVMA (American Veterinary Medicine Association) (2007) a utilisé les critères suivants pour évaluer les conséquences sur le bien-être de chaque méthode :

- 1) la capacité de provoquer la perte de conscience et la mort sans causer de douleur, de détresse, d'anxiété ou d'appréhension.
- 2) le temps nécessaire pour provoquer la perte de conscience
- 3) la fiabilité et
- 4) l'irréversibilité.

De plus, elle considère les critères suivants puisqu'ils ont des répercussions sur l'aspect pratique de ces méthodes :

- 5) la sécurité du personnel,
- 6) la compatibilité avec les exigences et la fin,
- 7) l'effet émotionnel sur les observateurs et les préposés,
- 8) la compatibilité avec l'évaluation ultérieure, l'examen ou l'utilisation des tissus,
- 9) la disponibilité de médicaments et le risque d'abus humain,
- 10) la compatibilité avec l'espèce, l'âge et l'état de santé,
- 11) la capacité de maintenir l'équipement en bon ordre de fonctionnement et
- 12) la sécurité pour les prédateurs et les charognards en cas de consommation de la carcasse.

Il n'existe aucune étude scientifique qui ait eu recours à ces critères pour évaluer de façon systématique les diverses méthodes d'euthanasie des moutons. Les options possibles pour l'euthanasie à la ferme et leurs mérites respectifs selon certains des critères énumérés plus haut sont résumées dans plusieurs sources énumérées à l'annexe 3.

Introduction : Blackmore (1993) a considéré que les méthodes d'euthanasie provoquent la mort au moyen de trois grandes méthodes : l'anoxie (le manque d'oxygène) du système nerveux central (SNC); la dépression chimique des neurones du cerveau essentiels à la vie, p. ex., ceux nécessaires au contrôle de la respiration; et les dommages physiques permanents causés aux centres vitaux du cerveau. La principale méthode pour causer l'anoxie du SNC chez les moutons est l'exsanguination résultant de la coupure des vaisseaux sanguins importants dans le cou pour causer une perte de sang fatale (hypovolémie). Les méthodes au gaz pour causer l'anoxie n'ont jamais servi pour l'euthanasie des moutons. Le recours aux électrodes à la tête pour faire passer un courant électrique à travers le cerveau pour étourdir un mouton, puis au travers de la poitrine pour arrêter le cœur, causant ainsi l'anoxie du cerveau, est un moyen d'euthanasie efficace. Il sert dans les abattoirs et pendant les épidémies alors qu'on dispose d'un équipement spécialisé et qu'il y a un grand nombre de moutons à tuer sur place. On peut utiliser des agents anesthésiques, des barbituriques par exemple, pour causer la dépression chimique des neurones du cerveau et la mort. Les méthodes physiques d'euthanasie les plus communes sont l'arme à feu, le pistolet à percuteur et le coup à la tête pour causer des dommages directs au cerveau.

Beaucoup s'entendent sur ce que la surdose de barbituriques par intraveineuse administrée par un vétérinaire, le pistolet à percuteur suivi par l'exsanguination ou l'énuquage et le coup à feu à la tête sont des moyens appropriés de tuer les moutons (p. ex., MAAARO, 2011b). Ce qui est controversé cependant est l'acceptabilité de l'exsanguination d'un mouton conscient sans étourdissement préalable (p. ex., Australian Code of Practice, Primary Industries Ministerial Council, 2006) et le traumatisme contondant physique à la tête des agneaux (p. ex., Primary Industries Ministerial Council, 2006; Humane Slaughter Association, 2008).

Le recours correct au pistolet à percuteur pour l'euthanasie fait aussi l'objet d'un débat. Le pistolet à tige pénétrante traditionnel, comme celui qu'on utilise dans un abattoir, n'est pas conçu pour tuer les moutons. Il tuera un mouton si on cause des dommages au cerveau. Mais il n'a été conçu que pour étourdir le mouton pour ensuite appliquer une méthode secondaire comme l'exsanguination ou l'énuquage qui tueront le mouton. La récente introduction de pistolets à percuteur plus long et à charge plus forte vendus précisément pour l'euthanasie offre une solution de rechange pour tuer les moutons sans exsanguination.

On a utilisé diverses méthodes de recherche pour évaluer les répercussions sur le bien-être des diverses méthodes d'euthanasie. La compréhension du fondement biologique de ces méthodes est utile pour apprécier les problèmes associés à leur interprétation et ainsi comprendre la controverse scientifique concernant les divers types de preuves présentées pour chacune. La capacité d'une méthode de provoquer la perte de conscience et la mort sans causer de douleur, de détresse, d'anxiété ou d'appréhension est un critère important. Les méthodes d'évaluation de la douleur, de la peur et du stress sont étudiées en détail dans d'autres sections du présent rapport. La fiabilité d'une méthode pour causer la mort sans possibilité de récupération est une exigence essentielle. La mort d'un mouton se produit habituellement par étapes alors que les divers tissus cessent progressivement de fonctionner (Newhook et Blackmore, 1982). Si on évalue les signes vitaux d'un animal pour déterminer si chacun des organes vitaux a cessé de fonctionner, les moyens d'évaluer si l'animal est mort de l'animal et qu'il ne pourra pas récupérer sont simples. Mais alors que les organes font progressivement défaut, c'est l'étape à laquelle on peut considérer que l'animal est mort qui est controversée. La méthode la plus fiable est la cessation du battement cardiaque régulier rythmique et l'absence de respiration (Woods et coll., 2010). D'autres signes qui indiquent que l'animal est mort sont l'absence de pouls, la dilatation des pupilles, l'absence de réflexe cornéen et la perte de remplissage capillaire (Woods et coll., 2010).

Tant que les procédures qu'on utilise pour la méthode d'euthanasie garantissent que l'animal ne récupère pas et meurt, la visée principale de la recherche est de déterminer quand l'animal perd conscience et s'il demeure inconscient jusqu'à sa mort. Les méthodes qui servent à déterminer la conscience font problème. Bien qu'on considère que les mammifères ont les caractéristiques neurophysiologiques et comportementales propres à la conscience (Edelman et Seth, 2009), le dilemme philosophique à savoir si on peut considérer les animaux comme « conscients » a mené au recours au terme « sensible », c.-à-d. que si l'animal est « insensible », on considère qu'il est incapable de percevoir les stimuli. Si une méthode provoque l'insensibilité permanente qui entraîne inévitablement la mort sans possibilité de rétablissement, le temps que prend cette insensibilité permanente à se produire est le critère pertinent pour déterminer les répercussions sur le bien-être d'une méthode plutôt que le temps mis à mourir (Newhook et Blackmore, 1982). Idéalement, une méthode d'euthanasie cause instantanément l'insensibilité. Si une méthode

prend plus de temps qu'une autre pour provoquer l'insensibilité, l'animal risque de ressentir plus longtemps de la douleur, de la peur ou de la détresse. La méthode d'évaluation pratique de l'insensibilité peut être utile pendant l'euthanasie pour déterminer qu'un animal est insensible, mais elle peut être inutile pour détecter le moment même où se produit l'insensibilité. Par exemple, un réflexe comme le réflexe cornéen disparaît un peu après que l'animal est insensible (Rosen, 2004).

Les techniques de recherche neurophysiologique qui ont servi à évaluer le début de l'insensibilité des animaux sont semblables à celles qu'on utilise en médecine humaine. L'activité électrique du cerveau peut être enregistrée au moyen d'électrodes à la surface de la tête (pour générer un électroencéphalogramme ou EEG) ou du cerveau (électrocorticographie ou ECoG). Les tracés des EEG diffèrent lorsqu'un animal est conscient, inconscient et mort. Toutefois, la distinction entre les caractéristiques d'un tracé d'EEG pendant les divers états de conscience est moins claire et ouverte à l'interprétation (Shaw, 2002). De plus, pour minimiser la souffrance associée à certaines méthodes d'euthanasie, certains tracés doivent être enregistrés pendant que l'animal est anesthésié. Toutefois, la ligne plate ou EEG isoélectrique se produit en l'absence de toute activité électrique du cerveau et correspond à la mort. Le moment où l'EEG isoélectrique s'inscrit est par conséquent utile pour déterminer sans ambiguïté la mort cérébrale et le temps maximum que l'animal a été sensible depuis le début de la méthode. Pour estimer le moment où un animal perd conscience (c.-à-d. avant le début de l'EEG isoélectrique), on peut enregistrer la capacité du cerveau de percevoir un stimulus discret au système nerveux comme une activité électrique discrète (potentiel évoqué) dans le cerveau. Le moment où les potentiels évoqués visuels (éclat de lumière) ou somatosensoriels (stimulation d'un nerf) servent à indiquer le début de l'insensibilité (Shaw, 2002).

Administration intraveineuse de barbituriques : Cette méthode respecte tous les critères de bien-être énumérés par l'AVMA si elle est administrée par un vétérinaire. Toutefois, elle ne respecte pas certains critères pratiques importants pour utilisation à la ferme par un non vétérinaire, p. ex., la disponibilité du médicament, la possibilité de mauvais traitements humains et la sécurité des prédateurs et charognards s'ils consommaient la carcasse. De plus, Peisker et coll. (2010) ont révélé que chez les brebis gestantes, les fœtus à mi-gestation et les fœtus près de leur terme avaient toujours un battement cardiaque 25 minutes après l'administration intraveineuse du pentobarbital. Même s'il est possible qu'un fœtus d'agneau soit conscient et capable de souffrance, il est également possible qu'il soit inconscient et que la conscience ne se produise qu'à la naissance (Mellor et Gregory, 2003). En tout cas, Peisker et coll. (2010) considèrent que le fœtus d'une brebis euthanasiée au moyen de pentobarbital a été anesthésié pendant l'hypoxie.

Exsanguination : Chez le mouton, la principale arrivée de sang au cerveau provient de l'artère carotide externe en passant par les branches de l'artère maxillaire interne (Baldwin, 1964). La chute rapide et radicale du flot sanguin au cerveau après que les principaux vaisseaux sanguins des deux côtés du cou aient été coupés peut désactiver le cortex cérébral en le privant de sang, ce qui mène à une rapide hypoxie, à la perte de conscience et à la mort (Rosen, 2004). Les moutons sont différents des bovins en ce que l'apport sanguin au cerveau passe par les artères vertébrales qui ne sont pas coupées par une incision au cou. Par conséquent, le temps qu'il faut après exsanguination par incision au cou avant que l'insensibilité se produise est plus long chez les bovins que chez les ovins. Anil et coll. (2004) ont révélé que chez les brebis tuées par

coupure unique avec un couteau de tous les vaisseaux sanguins du cou, la perte de sang après 90 secondes représentait 4 % du poids vif de l'animal. Vingt-cinq pour cent de la perte de sang se produit en 6 secondes, 50 %, en 15 secondes, 75 % en 32 secondes et 90 % en 56 secondes.

Les questions de bien-être qui suivent ont été étudiées en ce qui concerne l'exsanguination sans étourdissement préalable : (a) la possibilité de stress indu pendant la manipulation qui la précède, (b) la possibilité de douleur pendant ou immédiatement après l'incision au cou, ou les deux, (c) savoir si la chute soudaine de l'apport sanguin au cerveau cause de la détresse et (d) savoir si la perte de sensibilité est assez rapide après l'exsanguination (Anil et coll., 2004; Mellor et Littin, 2004). L'exsanguination est une méthode fiable pour tuer un mouton déjà inconscient sans qu'il puisse souffrir (Close et coll., 1997).

Le stress pendant la manipulation avant l'exsanguination. Bien qu'aucune étude n'ait été faite sur le stress causé par la manipulation avant l'exsanguination, dans les observations faites sur 96 moutons de deux abattoirs abattus sans étourdissement à des fins religieuses, le temps entre la contention manuelle du mouton sur le côté et la coupure des vaisseaux sanguins était d'environ 4 secondes (Velarde et coll., 2010). Douleur avant et après l'incision au cou. La coupure à la gorge et au cou pour l'exsanguination peut comporter « de la peau, des muscles, la trachée, l'œsophage, l'artère carotide, les veines jugulaires et d'autres vaisseaux sanguins, nerfs sensoriels (y compris les nerfs de la douleur), d'autres nerfs et les tissus conjonctifs » (Mellor et Littin, 2004). Comme l'insensibilité n'est pas immédiate, la douleur de la coupure cause la transmission des impulsions au cerveau (Mellor et Littin, 2004). On pense que la gravité de la souffrance est réduite si le couteau est long et aiguisé et la coupure faite rapidement (Grandin et Regenstein, 1994; Mellor et Littin, 2004). Mais certaines études chez des veaux ont produit des éléments de preuve que la coupure est sans doute douloureuse (Mellor et coll., 2009). Gibson et coll. (2009a, b) ont révélé qu'une incision du ventre et du cou des veaux cause des changements d'EEG pendant 40 secondes qui étaient quantitativement et qualitativement semblables à ceux observés pendant l'écornage des veaux sous ce que les auteurs décrivent comme une anesthésie générale légère minimale (induction de kétamine et de propofol suivis par de l'halothane 0,9 %), mais sans anesthésie tronculaire locale.

Temps avant l'insensibilité. Dans les observations faites dans deux abattoirs de 96 moutons maintenus sur le côté pour abattage religieux, le temps entre la coupure des vaisseaux sanguins dans le cou et la perte de la respiration rythmique était d'environ 22 secondes (Velarde et coll., 2010).

Blackmore (1984) a observé que l'exsanguination des brebis adultes par coupure bilatérale des carotides et jugulaires cause la perte de la capacité de se tenir debout en 3 à 4 secondes, la perte des tentatives coordonnées de se tenir debout en 8 à 9 secondes, la dilatation des pupilles en 70 à 72 secondes, l'arrivée de convulsions cloniques (ruades incontrôlées) après 126 à 141 secondes et la perte des réflexes cornéen et palpébral après 200 secondes. L'exsanguination des agneaux d'une semaine par coupure bilatérale des carotides et jugulaires cause la perte de la capacité de se tenir debout en 2 à 3 secondes, la perte des tentatives coordonnées de se tenir debout en 9 à 11 secondes, la dilatation des pupilles en 56 à 114 secondes, l'arrivée de convulsions cloniques (ruades incontrôlées) après 68 à 158 secondes et la perte des réflexes cornéen et palpébral après 200 secondes (Blackmore, 1984). Newhook et Blackmore (1982) ont révélé chez cinq moutons conscients dont on a coupé bilatéralement les artères carotides et les

veines jugulaires externes, que l'EEG devient isoélectrique après 20 à 43 secondes, mais que ces changements suggèrent qu'ils devenaient insensibles en 7 secondes. Chez cinq agneaux conscients d'une semaine, l'EEG est devenu isoélectrique après 10 à 15 secondes, mais les changements de l'EEG suggèrent qu'ils devenaient insensibles en 6.5 secondes. Gregory et Wotton (1984) ont révélé que si on coupe les deux artères carotides et les deux veines jugulaires, le temps avant la perte de réactivité cérébrale déterminée par les réponses évoquées visuelles était de 14 ± 1 secondes, mais qu'il était de 70 ± 7 secondes lorsqu'on coupe une seule artère carotide et une seule veine jugulaire et de 298 ± 34 secondes lorsqu'on coupe les deux veines jugulaires, mais pas les artères carotides. Blackman et coll. (1986) qui ont utilisé un colorant chez des moutons d'un an dont le cerveau était exposé ont montré que le flot de sang au cerveau cesse après coupure bilatérale des artères carotides et des veines jugulaires, mais continue pendant au moins 53 secondes si on les coupe d'un seul côté. Cook et coll. (1996) ont révélé que chez six moutons âgés de 6 à 12 mois, l'amplitude de l'EEG augmentait d'abord après coupure des vaisseaux sanguins, mais qu'après $9,5 \pm 2,1$ secondes, l'amplitude baissait rapidement pour devenir isoélectrique. On a enregistré de brèves pointes occasionnelles de haute amplitude de moins de 5 secondes pendant près de 180 secondes. Le rythme cardiaque augmentait d'abord de 15 ± 20 battements par minute pour baisser ensuite rapidement. Les réflexes pupillaire, cornéen et palpébral étaient absents 10 secondes après la coupure de la gorge.

Tableau 3 : Réactions des moutons adultes à la coupure bilatérale des artères carotides communes et des veines jugulaires.

Temps après coupure des artères carotides	Mesure	Référence
3-4	perte de la capacité de se tenir debout	Blackmore (1984)
7-20	changements du tracé de l'EEG	Newhook et Blackmore (1982)
8-9	perte des tentatives coordonnées apparentes de se tenir debout	Blackmore (1984)
9-43	EEG isoélectrique	Cook et coll. (1996); Newhook et Blackmore (1982)
10-200	perte des réflexes pupillaire, cornéen et palpébral	Blackmore (1984); Cook et coll. (1996)
14	perte des réponses évoquées visuelles	Gregory et Wotton (1984)
22	perte de la respiration rythmique	Velarde et coll. (2010).
70-72	dilatation des pupilles	Blackmore (1984)
126-141	début des convulsions cloniques	Blackmore (1984)

Pistolet à tige pénétrante : Le pistolet à tige pénétrante exige que le préposé approche le mouton et tienne le pistolet dans une position précise pour que la tige qui pénètre dans le cerveau cause un étourdissement efficace (Baker et Scrimgeour, 1995). Mais comme l'ont montré Gibson et coll. (2012), le positionnement exact du pistolet sur la tête peut être difficile chez les moutons seuls qui se déplacent librement dans une cage. À moins qu'il soit moribond, le mouton exigera normalement une forme de contention (Baker et Scrimgeour, 1995). Gibson et coll. (2012) recommandent la contention ou le tir des moutons dans des groupes serrés.

Les recommandations sur le point et l'angle d'entrée de la tige pénétrante varient selon que le mouton a ou non des cornes. Grandin (2011) montre trois angles d'entrée médiane de la tige pénétrante dans la tête du mouton : (1) un angle vertical qui du haut de la tête vise le bas vers la mâchoire, (2) un point sur le front, juste au-dessus des yeux dirigé vers le bas selon l'angle du cou et (3) un point derrière le sommet de la tête dirigé de l'arrière vers la gorge.

Gibson et coll. (2012) ont étudié l'effet de l'approche du mouton par l'arrière et du tir des brebis et des béliers sans cornes avec un pistolet à tige pénétrante sur la médiane au sommet de la tête en visant vers la gorge. Les brebis et béliers avec cornes étaient tirés sur la médiane entre la base des cornes juste à la pointe de la crête occipitale en visant vers l'arrière de la gorge. Ces auteurs déclarent que le mouton baissait la tête ou l'inclinait vers le bas juste avant le positionnement du pistolet. Cela changeait la position du sommet de la tête, mais le tir dans cette position causait des dommages efficaces au thalamus et au cerveau moyen et était recommandé pour l'euthanasie.

Un pistolet à tige pénétrante se sert d'une charge explosive pour faire entrer une tige de métal dans le crâne (Finnie, 1997). Le type de charge utilisé et l'entretien de l'équipement influencent la vitesse de la tige. La blessure cérébrale produite par un pistolet à tige pénétrante peut être fatale, mais le mouton ne sera qu'étourdi dans la plupart des cas. L'effet de percussion pénétrante est conçu pour produire un état d'inconscience immédiate qui persiste jusqu'à ce que l'animal soit insensibilisé de façon permanente (Finnie, 1993a). Pour éviter le risque de rétablissement, l'étourdissement exige qu'on procède à l'exsanguination ou à l'énuquage pour détruire le cerveau et tuer le mouton. L'énuquage avec une tige dans le trou du crâne ouvert par la tige pénétrante tue l'animal par destruction physique du cerveau et de la région supérieure de l'épine dorsale et évite l'exsanguination (Butterworth et Wotton, 2005). La durée de l'inconscience induite par l'étourdissement doit être plus longue que la somme du temps entre la fin de l'étourdissement et le début de l'exsanguination ou de l'énuquage et le temps qu'il faut pour que la mort se produise (Raj, 2008).

Après étourdissement efficace par tige pénétrante, le mouton s'écroule immédiatement, la respiration cesse et il n'y a plus de réflexe cornéen (Schütt-Abraham et coll., 1983). La tige pénétrante provoque l'insensibilité par combinaison de la force de commotion générée par l'impact de la tige sur le crâne et des dommages produits par le passage de la tige à travers le cerveau (Finnie et coll., 2002). C'est en fait la vague de pression causée par la pénétration à haute vitesse dans le crâne qui contribue le plus à l'étourdissement plutôt que les dommages directs aux tissus cérébraux causés par la pénétration de la tige. Daly et Whittington (1989) ont découvert que l'insertion manuelle d'une tige à travers un trou déjà percé dans le crâne met fin de façon permanente aux réponses évoquées visuelles chez un seul des huit moutons et aucun d'eux n'avait un EEG isoélectrique en 320 secondes. Par contre, le tir d'une tige pénétrante à travers un trou déjà percé dans le crâne cause la perte immédiate et permanente des réponses évoquées visuelles chez quatre des huit moutons et la perte de toute réponse évoquée visuelle en 320 secondes chez trois autres moutons. Chez cinq des huit moutons, le temps moyen avant l'EEG isoélectrique était de $48,5 \pm 13,0$ secondes. Après étourdissement normal par tige pénétrante à travers un crâne intact, il y avait perte immédiate de toute réponse évoquée visuelle et un EEG isoélectrique chez quatre des huit moutons en un temps moyen de 76 ± 17 secondes. Daly et coll. (1986) ont révélé qu'après étourdissement par tige pénétrante, les réponses visuelles et somatosensorielles étaient perdues sur le champ chez le mouton anesthésié pour ne

pas revenir pendant la période d'enregistrement ultérieure de 320 secondes. Chez quatre des cinq moutons conscients au moment de l'étourdissement et donc capables de déplacer la tête, les réponses évoquées visuelles étaient également perdues immédiatement après l'étourdissement, sauf dans un cas où elles ont duré pendant 35 secondes pour ne pas disparaître pendant les 192 secondes suivantes. L'EEG de ces moutons était isoélectrique 53 ± 13 secondes après étourdissement.

Tableau 4 : Réactions des moutons adultes à l'étourdissement par pistolet percuteur au sommet de la tête

Temps après étourdissement	Mesure	Référence
0	perte de la capacité de se tenir debout	Gibson et coll. (2012)
0	perte de la respiration rythmique	Schütt-Abraham et coll. (1983)
0	changements du tracé de l'EEG	Lambooy (1982)
0	perte du réflexe cornéen	Schütt-Abraham et coll. (1983)
0-35	perte des réponses évoquées visuelles	Daly et Whittington (1989) Daly et coll. (1986)
53-76	EEG isoélectrique	Daly et Whittington (1989) Daly et coll. (1986)
13-890	arrêt cardiaque	Gibson et coll. (2012)

Finnie et coll. (2000) ont décrit la blessure causée au moyen d'un pistolet à tige pénétrante au sommet de la tête des brebis sans cornes. Il cause un trou discret dans le crâne avec fracture du crâne au point d'impact et au côté controlatéral (basal) de la tête. La tige cause une blessure pénétrante à travers la pleine épaisseur du cerveau. Elle cause un impact et une commotion controlatéraux et une hémorragie sous-arachnoïdienne. On a découvert une blessure étendue aux axones, aux neurones et aux vaisseaux sanguins du cerveau. Finnie et coll. (2002) considèrent que la combinaison des dommages mécaniques directs au cerveau, au cervelet et au tronc cérébral et des blessures focales et diffuses aux voies qui connectent ces régions cause la perte de conscience.

La gravité des dommages que cause un pistolet à tige pénétrante peut varier d'un animal à l'autre (Finnie et coll., 2002) et dépend de l'endroit et de la profondeur de la pénétration dans le cerveau. Lambooy (1982), au moyen d'un pistolet à une profondeur de pénétration de 2,2 cm, a causé des dommages au cortex de trois moutons seulement, mais chez un quatrième, une fracture de l'os a causé des dommages à des parties plus profondes du cerveau. Le tracé de l'ECoG a immédiatement montré le changement du tracé associé avec l'inconscience. Une phase tonique a duré environ 15 secondes après quoi le mouton s'est détendu. Au contraire, le recours au pistolet à tige pénétrante à une profondeur de 0,5 cm a causé une hémorragie locale. Chez un mouton, l'étourdissement n'a pas modifié le tracé ECoG et chez deux moutons, le tracé a changé pour indiquer une commotion. Vingt-et-une secondes après l'étourdissement, le tracé ECoG d'un quatrième mouton indiquait l'insensibilité.

On pense que la probabilité qu'un pistolet à tige pénétrante provoque la mort avant le recours à une méthode secondaire pour tuer le mouton augmente si l'appareil a été conçu pour l'euthanasie. Les pistolets à tige pénétrante conçus pour l'euthanasie utilisent une très grosse charge et projettent la tige pour qu'elle pénètre profondément dans le cerveau (Baker et Scrimgeour, 1995; Woods et coll., 2010). L'impact produit par un pistolet à tige pénétrante peut

causer des dommages traumatiques aux centres médullaires, ce qui provoque une apnée immédiate et prolongée (c.-à-d. le mouton arrête de respirer) (Finnie et coll., 2002). Finnie et coll. (2002) ont révélé que les moutons anesthésiés, mais non ventilés mécaniquement, qui ont été étourdis au moyen d'un pistolet à tige (modèle Schermer avec charge n° 17, et bien que ce ne soit pas mentionné, avec une tige de longueur ordinaire conçue pour étourdir dans un abattoir plutôt qu'une tige allongée conçue pour l'euthanasie), sont morts en 10 minutes sans reprendre conscience.

Étourdir les moutons dans la position de départ (juste à la pointe de la suture occipitale-pariétale), soit à l'arrière de la tête, peut causer un étourdissement efficace chez certains moutons, mais est parfois inefficace. Comme l'explique Finnie (1993a), une tige pénétrante utilisée derrière la tête peut produire un tracé hémorragique avec une destruction et une perte graves de tissus nerveux dans plusieurs parties du cerveau. Daly et Whittington (1986) ont révélé que les moutons étourdis à l'arrière de la tête perdaient immédiatement toute réponse évoquée visuelle, mais pour revenir chez cinq moutons sur huit après $49 \pm 5,9$ secondes.

Gibson et coll. (2012) ont traité de la cohérence de l'utilisation d'un pistolet à tige pénétrante pour produire une euthanasie efficace sans recours à une méthode secondaire, soit l'exsanguination ou l'énuquage. Le type de combinaison de pistolet à tige pénétrante et de charge, le sexe et la présence de cornes influençaient le pourcentage de moutons donnant des signes d'étourdissement inefficace (Tableau 5). Même si les résultats sont donnés séparément par sexe et présence de cornes, ils ne sont pas donnés pour chaque combinaison de pistolet à tige pénétrante-charge par sexe et présence de cornes.

Tableau 5 : Influence du sexe et de la présence de cornes sur le pourcentage de moutons adultes qui ont donné des signes d'étourdissement inefficace après utilisation d'un pistolet à tige pénétrante[†] (adaptation de Gibson et coll., 2012 avec l'autorisation de l'UFAW).

Sexe	Brebis		Bélier	
	Écorné	Cornes	Écorné	Cornes [‡]
Ne s'est pas écroulé immédiatement	1	1	2	9
Respiration rythmique normale	2	1	2	14
Réflexe cornéen	3	1	3	12
Réflexe palpébral	3	1	3	14
Rotation du globe oculaire	5	1	3	7
Nystagmus	3	1	2	4
Mâchoires tendues	3	1	3	13
Classés comme étourdis inefficacement[§]	3	1	4	16
Nombre de moutons	116	134	117	122

[†] La tige pénétrante a servi sur la ligne médiane et visait la gorge. Pour les moutons écornés, elle était placée au sommet de la tête. Pour les moutons avec cornes, elle était placée juste à la pointe de la crête occipitale.

‡ Le pourcentage de béliers à cornes donnant des signes indiquant un étourdissement inefficace était beaucoup plus élevé que celui des béliers écornés, des brebis à cornes et des brebis écornées.

§ On considère que l'étourdissement d'un mouton est inefficace s'il donne des signes de respiration rythmique ou ne s'écroule pas immédiatement ou en présence d'un des signes suivants : réflexe cornéen ou palpébral positif, muscles des mâchoires tendus et rotation du globe oculaire. Chez 6 % des moutons classés comme étourdis inefficacement, 86 % avaient un réflexe palpébral et une mâchoire serrée, 79 % une respiration rythmique normale et un réflexe cornéen positif, 54 %, ne se sont pas écroulés immédiatement, 46 % avaient une rotation oculaire et 32 % donnaient des signes de nystagmus.

Le pourcentage de moutons (brebis écornées et à cornes et béliers à cornes) donnant des signes d'étourdissement inefficace après utilisation d'une .22 Cash Special avec une cartouche pourpre de 2,5 g (grain) avec une énergie cinétique de 189 J était de 2 %. Le pourcentage de béliers (écornés et à cornes) donnant des signes d'étourdissement inefficace après utilisation d'une .22 Cash Special avec une cartouche rouge de 4 g (grain) avec une énergie cinétique de 306 J était de 6 %. Le pourcentage de béliers à cornes donnant des signes d'étourdissement inefficace après utilisation d'une .22 Cash Special avec une cartouche verte de 3 g (grain) avec une énergie cinétique de 234 J était de 20 %. Le pourcentage de béliers à cornes donnant des signes d'étourdissement inefficace après utilisation d'une .25 Cash Eurostunner avec une cartouche noire de 4 g (grain) avec une énergie cinétique de 412 J était de 16 %.

On associe l'hémorragie de la face ventrale du tronc cérébral à un étourdissement efficace (Tableau 6). Trente-deux pour cent des moutons donnant des signes d'étourdissement incomplet avaient une hémorragie de la face ventrale du tronc cérébral. Chez les moutons donnant des signes d'étourdissement incomplet, 39 % n'avaient pas d'hémorragie cérébrale, 46 % avaient une hémorragie légère, 14 % une hémorragie modérée et 0 % une grave hémorragie cérébrale.

Tableau 6 : Influence du sexe et de la présence de cornes sur les dommages causés au cerveau des moutons adultes après utilisation d'un pistolet à tige pénétrante† (adaptation de Gibson et coll., 2012 avec l'autorisation de l'UFAW).

Sexe	Brebis		Bélier	
	Écorné	Cornes	Écorné	Cornes
Présence de cornes				
Épaisseur du crâne (mm)	8	7	11	12
Pénétration de la tige (mm)	66	68	71	69
% de moutons				
Maladresse au tir causant des dommages insuffisants au cerveau†	18	7	17	37
Aucune pénétration dans le cerveau	1	1	3	15
Cavitation de la surface interne du crâne‡	50	60	53	37
Observation de tissus cérébraux extrudés du trou dans le crâne causés par la tige pénétrante§	82	79	80	56
Nombre de moutons	116	134	117	122

† Maladresse au tir, c.-à-d. lorsque la trajectoire et la profondeur de pénétration de la tige soit ont complètement raté le cerveau ou ont causé des dommages superficiels aux lobes pariétal et occipital et au cervelet et complètement raté le tronc cérébral. Ce qui était associé à tous les cas d'étourdissement inefficace (6 % des moutons). Dans 79 % de ces cas, on avait complètement raté le cerveau. Les dommages au thalamus, au mésencéphale, au pont de Varole et aux lobes pariétal et occipital étaient associés à une commotion ou un étourdissement efficace entraînant la mort.

‡ Aucun mouton dont le cerveau avait été traversé par la tige pour causer une cavitation de l'intérieur du crâne ne donnait de signe d'étourdissement incomplet.

§ Quatre-vingt-sept pour cent des moutons qui donnaient des signes d'étourdissement inefficace n'avaient pas de tissus cérébraux sortant du trou dans le crâne causé par la tige pénétrante.

Les autres raisons possibles expliquant l'inefficacité de l'étourdissement par tige pénétrante cernées par Grandin (2002) pendant l'observation des animaux d'élevage dans un abattoir étaient le mauvais entretien du pistolet, une charge insuffisante ou une cartouche humide. Ces problèmes peuvent réduire la vitesse de la tige et donc l'efficacité de l'étourdissement à causer la perte de conscience.

Coup de feu : Longair et coll. (1991) recommandaient le recours à une carabine de calibre .22 avec cartouches à pointe creuse ou un fusil de 0,410 avec balle ou grenaille pour tirer les moutons. Ces auteurs recommandaient que le « canon de l'arme à feu soit placé de 3 à 5 cm de la tête, dans le cas d'une carabine, d'un pistolet ou d'un fusil de 0,410, ou de 1 à 2 m dans le cas d'un fusil ou d'une carabine de plus fort calibre (p. ex., une carabine de 0,308) ». Mais une autre source (MAAARO, 2011b) recommande le recours à une carabine de calibre 0,22 avec des cartouches à pointe creuse ou une arme à feu de 0,38, à 5-25 cm de la tête. Longair et coll.

(1991) recommandaient que la tête soit immobilisée avec un licou et qu'on offre de la nourriture au mouton. Pour les moutons sans cornes, ils suggèrent que « La visée de l'arme à feu doit se faire de l'arrière ou du sommet de la tête à une distance égale des yeux et des oreilles ». « Si l'animal a des cornes, il faut tirer de l'arrière et viser directement entre la base des cornes vers la gueule. L'arme peut aussi être placée au-devant de la tête sur la médiane juste au-dessus des yeux en visant la colonne vertébrale. »

Finnie (1993b) a tiré des moutons d'une distance de 3 m avec une arme de calibre 0,22 avec une seule cartouche tirée dans la région temporale du crâne pour produire une blessure transversale de droite à gauche du cerveau à travers les lobes temporaux. Il utilisait soit une balle à pointe ronde (Winchester « Superspeed » 0.22 LR) à haute vitesse ou une balle à pointe creuse à plus basse vitesse (Winchester « Subsonic » 0.22 LR). La balle causait la lacération et l'écrasement des tissus nerveux et créait une blessure primaire hémorragique avec des tracés secondaires causés par des fragments d'os. La balle à haute vitesse a causé une plaie perforée avec points d'entrée et de sortie chez huit des 10 moutons. La balle de plus faible vitesse a causé une plaie perforée qui, chez certains moutons, n'a pas complètement traversé le cerveau. Elle avait été retenue dans le crâne chez sept moutons et dans les tissus mous du côté controlatéral de la tête de trois moutons. « Les balles plus lentes à pointe creuse tendaient également à se fragmenter au moment de l'impact, alors que la majorité des projectiles à haute vitesse restaient intacts ». Les changements neuropathologiques ont été décrits comme constamment graves et considérés comme causant une mort rapide. « On attribuait la mort en partie à la lacération et à l'écrasement produits par la pénétration du missile dans le cerveau avec la formation d'une cavité et, plus particulièrement, aux effets largement disséminés des blessures dues à l'étirement des éléments neuronaux et des vaisseaux sanguins causés par la grande cavité temporaire. Il y avait également une distorsion et un déplacement importants du cerveau chez ces moutons, et le mécanisme de la mort a sans doute été la montée aiguë de la pression intracrânienne avec compression du tronc cérébral. »

Finnie (1993b) déclare que la quantité de dommages cérébraux causés par l'arme à feu dépend largement de la vitesse de la balle. « L'énergie cinétique de la balle est transférée au cerveau pour produire une grande cavité temporaire qui n'existe que quelques microsecondes, mais son diamètre est de beaucoup supérieur à la cavité permanente. La cavitation temporaire marquée que cause la balle à haute vitesse, avec le déplacement et l'étirement transitoires des tissus, cause le déchirement et la rupture des vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses, et est la principale cause de blessure au-delà du tracé de la plaie dans les tissus mous. Ce sont les effets étendus de la grande cavité temporaire qui semblent les principaux responsables de l'issue fatale de la blessure par balle au cerveau, à moins que des structures vitales soient endommagées par destruction des tissus dans le voisinage immédiat du tracé de la plaie. » Puskas et Rumney (2003) ont découvert que lorsqu'on utilise différents types d'armes à feu et de munitions (y compris un pistolet modèle ACP Colt Government avec des munitions Remington Solid Point de calibre 0,45 et une vitesse initiale de 270 m/s, un revolver LR Smith & Wesson avec munitions à pointe creuse Remington Yellow Jacket de calibre 0,22 et une vitesse initiale de 366 m/s, un fusil Winchester de calibre 12 avec munitions à pointe creuse Winchester Super X et une vitesse initiale de 457 m/s et une carabine Lee Enfield No. 4 avec munitions Imperial 0,303 British et une vitesse initiale de 838 m/s) pour tirer des moutons morts dans la tête, le degré de fracture et de craquement du crâne augmentait avec la vitesse initiale. La vitesse initiale est la vitesse du projectile au moment où il sort du canon. Cette vitesse dépend de la

charge, de la masse de la balle et de la longueur du canon. La charge est la quantité de poudre que contient la cartouche et est habituellement mesurée en grain (1 grain = 64,8 mg) (Baker et Scrimgeour, 1995).

Finnie (1994) a révélé qu'une cartouche (Winchester SSG loading, contenant 18 grenailles) tirée d'un fusil Remington modèle 870 de calibre 12 dans la région temporale de la tête du mouton causait plus de dommages, à cause des nombreux tracés de balle provoqués par les grenailles ou les fragments, que ceux causés par une arme à feu de calibre 0,22. Toutefois, Finnie (1994) considère que ces deux types d'arme causent suffisamment de pénétration pour provoquer l'inconscience rapide observée chez le mouton après le coup de feu. Blackmore (1985) a utilisé un « tueur sans cruauté Niven » pour tirer une variété de types de munitions. Des cartouches traditionnelles avec une charge de 2, 2,8 et 3 grains ont complètement traversé la tête d'un mouton mort. Des projectiles pesant environ 10 g composés de (a) 130 grenailles de plomb dans un tube en acrylique ou (b) 5 ou 10 disques de plomb dans une douille, tirés au moyen d'une charge de 2 ou 3 grains, ont pénétré dans la tête et le cerveau d'un mouton mort. De plus, six moutons tirés dans la région frontale avec des charges de 168 mg se sont aussitôt écroulés avec une période de tétanie (ou de contraction tonique pendant laquelle le corps devient rigide) pendant 7 à 12 secondes, puis de légers mouvements cloniques pendant 50 secondes. Le réflexe pédieux pouvait être évoqué jusqu'à 60 secondes. La pénétration dans le crâne et la large distribution des grenailles étaient « satisfaisantes ». Toutefois, Blackmore et coll. (1995) ont découvert que le fait de tirer un mouton dans la région du chignon à travers la région cervicale supérieure de la colonne vertébrale (près de la jonction occipito-atlantale à la base du crâne) avec une carabine de calibre 0,22 et des balles de plomb solides à une distance d'environ 1 m « ne transmettait pas nécessairement suffisamment de force de percussion dans les régions supérieures du cerveau pour provoquer l'insensibilité immédiate ». Chez un mouton, la balle a traversé l'épine dorsale pour causer des fractures et une hémorragie subdurale intense autour de la base de la région médullaire et de l'épine dorsale. Le tracé de l'EEG était semblable à celui enregistré avant que le mouton soit tiré et les réponses évoquées visuelles étaient présentes pendant au moins 120 secondes (après quoi, le mouton a été tiré avec une tige pénétrante). Chez un autre mouton, la balle a traversé les condyles de l'occipital. Le tracé de l'EEG a changé après que le mouton a été tiré et est devenu isoélectrique après environ 20 secondes. Les réponses évoquées visuelles ont été perdues aussitôt.

Tableau 7 : Résumé des moments auxquels les diverses réponses des moutons adultes se sont produites après différentes méthodes de mise à mort[†]

Mesure	Exsanguination	Étourdissement par tige pénétrante au sommet de la tête	Tir	Section de la moelle épinière par pontilla suivie par une exsanguination après 130 secondes	Décapitation
perte de la capacité de se tenir debout	3-4	0	0		
changements du tracé de l'EEG/ECOG	7-20	0		135	8
cesse de se débattre	8-9			37	
perte des réponses évoquées visuelles	14	0-35			
EEG isoélectrique	9-43	53-76		178	20
perte de la respiration rythmique	22	0		77	
dilatation des pupilles	70-72				51-87
début des convulsions cloniques	126-141		12		

[†] Consultez le Tableau 3 pour les références sur l'exsanguination, le Tableau 4 pour l'étourdissement par tige pénétrante, Blackmore (1985) pour le tir et Tidswell et coll. (1987) pour de l'information comparative sur la pontilla et la décapitation (méthodes non recommandées pour l'euthanasie).

Traumatisme contondant à la tête : Un coup manuel asséné à la tête d'un agneau nouveau-né au moyen d'un objet contondant ou en lui frappant la tête contre une surface dure (mur ou pilier) est une méthode d'euthanasie possible (Raj, 2008). Toutefois, aucune étude systématique n'a été publiée sur l'efficacité de cette méthode pour les moutons. Blackmore (1993) a considéré que d'importants dommages physiques au cerveau peuvent provoquer l'insensibilité immédiate, mais le manque de formation et l'erreur humaine peuvent provoquer de la détresse et de la douleur chez certains animaux. Whiting et coll. (2011) ont euthanasié des porcelets en balançant un marteau à panne ronde de 227 g sur la tête du porcelet immobilisé. Un coup asséné correctement provoque des dommages massifs au cerveau et des convulsions en quelques secondes. À moins que le porcelet ne vocalise, « il était difficile de distinguer le porcelet inconscient ayant des convulsions d'un porcelet conscient ayant une blessure à la tête qui réagit

à la douleur ». Sur 50 porcelets, un a repris conscience et cinq ne sont pas morts. Dans plusieurs cas, des coups répétés ont dû être assésés pour assurer la mort rapide du porcelet. Les préposés ne favorisent pas cette méthode d'euthanasie.

L'étendue des dommages au cerveau causés par le traumatisme à la tête est proportionnelle à la force de l'impact. Chez les brebis, il faut une force maximale de >6 kN appliquée au côté de la tête pour causer une fracture du crâne et des signes macroscopiques intensifs de dommage cérébral comme une hémorragie sous-arachnoïdienne, des contusions et des lacérations au cortex (Anderson et coll., 2003). La force de l'impact provient du contact entre la tête et un objet. La force d'inertie ou d'accélération-décélération provient du mouvement de la tête immédiatement après l'impact et cause un mouvement du cerveau dans le crâne. En général, la force de contact entraîne des phénomènes de surface localisés, y compris des fractures, des hémorragies et des contusions, tandis que la force d'inertie cause une pathologie plus diffuse (Finnie, 1997; Duhaime, 2006). Le mouvement vigoureux de la tête des agneaux de 7 à 10 jours, sans impact, peut causer une hémorragie subdurale localisée et des changements histologiques diffus dans le cerveau (Finnie et coll., 2010). Un traumatisme à la tête des agneaux de 4 à 5 semaines peut provoquer des contusions et l'hémorragie du cerveau (Finnie, 1997; Finnie, et coll., 1999). Finnie et coll. (2001) ont révélé qu'un pistolet à percuteur hémisphérique non pénétrant utilisé dans la région frontale d'un agneau de 4 à 5 semaines provoque une fracture déprimée du crâne chez tous les six agneaux, alors que dans la région latérale du cerveau il provoque une fracture du crâne chez cinq des 10 agneaux et, dans la région occipitale ou du chignon, il cause une fracture du crâne chez quatre des huit agneaux. On a découvert une hémorragie macroscopique à divers endroits du cerveau des agneaux. On a trouvé des contusions macroscopiques de l'impact chez tous les agneaux après le coup frontal, chez huit des 10 agneaux après un coup à la tempe et chez cinq des huit agneaux après un coup à l'occiput. On a trouvé des contusions controlatérales chez tous les agneaux après le coup frontal, chez deux des 10 agneaux après un coup à la tempe et chez cinq des huit agneaux après un coup à l'occiput.

Recommandations de recherche :

Évaluation globale des répercussions sur le bien-être des différentes méthodes d'euthanasie des moutons.

L'efficacité du traumatisme contondant pour causer de façon constante la perte de conscience immédiate et la mort des agneaux d'âge et de poids différents.

L'efficacité du pistolet à tige avec une tige plus longue et une grosse charge pour tuer les moutons.

L'efficacité des différentes méthodes de tir, p. ex., type et calibre d'arme et de projectile et position sur la tête de la blessure d'entrée pour tuer le mouton.

Références

Anderson, R. W. G., Brown, C. J., Blumbergs, P. C., McLean, A. J. et Jones, N. R. (2003) Impact mechanics and axonal injury in a sheep model. *Journal of Neurotrauma* 20:961-974.

Anil, M., Yesildere, T., Aksu, H., Matur, E., McKinstry, J., Erdogan, O. et coll. (2004) Comparison of religious slaughter of sheep with methods that include pre-slaughter stunning, and the lack of differences in exsanguination, packed cell volume and meat quality parameters. *Animal Welfare* 13:387-392.

American Veterinary Medical Association (AVMA) (2007) AVMA *guidelines on euthanasia (formerly Report of the AVMA panel on euthanasia)*. Consultable au : <https://www.avma.org/KB/Policies/Documents/euthanasia.pdf>.

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

Baldwin, B. A. (1964) The anatomy of the arterial supply to the cranial regions of the sheep and ox. *American Journal of Anatomy* 115:101-117.

Blackman, N. L., Cheetham, K. et Blackmore, D. K. (1986) Differences in blood-supply to the cerebral-cortex between sheep and calves during slaughter. *Research in Veterinary Science* 40:252-254.

Blackmore, D. K. (1984). Differences in behavior between sheep and cattle during slaughter. *Research in Veterinary Science*, 37, 223-226.

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

Blackmore, D. K. (1993) Euthanasia - not always Eu. *Australian Veterinary Journal* 70:409-413.

Blackmore, D. K., Daly, C. C. et Cook, C. J. (1995) Electroencephalographic studies on the nape shooting of sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 43:160-163.

Butterworth, A. et Wotton, S. (2005) Emergency slaughter, and changes to the OTM rule. *The Veterinary Record* 157: 491.

Close, B., Banister, K., Baumans, V., Bernoth, E., Bromage, N., Bunyan, J. et coll. (1997) Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2. *Lab Animal* 31:1-29, 32.

Cook, C. J., Maasland, S. A., Devine, C. E., Gilbert, K. V. et Blackmore, D. K. (1996) Changes in the release of amino-acid neurotransmitters in the brains of calves and sheep after head-only electrical stunning and throat cutting. *Research in Veterinary Science* 60:255-261.

Daly, C. C. et Whittington, P. E. (1986) Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep - effects of captive bolt stunning in the poll position on brain function. *Research in Veterinary Science* 41:353-355.

- Daly, C. C. et Whittington, P. E. (1989) Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep. *Research in Veterinary Science* 46:406-408.
- Daly, C. C., Gregory, N. G., Wotton, S. B. et Whittington, P. E. (1986) Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep - assessment of brain-function using cortical evoked-responses. *Research in Veterinary Science* 41:349-352.
- Duhaime, A. (2006) Large animal models of traumatic injury to the immature brain. *Developmental Neuroscience* 28:380-387.
- Edelman, D. B. et Seth, A. K. (2009) Animal consciousness: a synthetic approach. *Trends in Neuroscience* 32:476-484.
- Finnie, J. W. (1993a) Brain-damage caused by a captive bolt pistol. *Journal of Comparative Pathology* 109:253-258.
- Finnie, J. W. (1993b) Pathology of experimental traumatic craniocerebral missile injury. *Journal of Comparative Pathology* 108:93-101.
- Finnie, J. W. (1994) Neuroradiological aspects of experimental traumatic missile injury in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 42:54-57.
- Finnie, J. W. (1997) Traumatic head injury in ruminant livestock. *Australian Veterinary Journal* 75:204-208.
- Finnie, J. W., Blumbergs, P. C., Manavis, J., Summersides, G. E. et Davies, R. A. (2000) Evaluation of brain damage resulting from penetrating and non-penetrating captive bolt stunning using lambs. *Australian Veterinary Journal* 78:775-778.
- Finnie, J., Lewis, S., Manavis, J., Blumbergs, P., Van Den Heuvel, C. et Jones, N. (1999) Traumatic axonal injury in lambs: A model for paediatric axonal damage. *Journal of Clinical Neuroscience* 6:38-42.
- Finnie, J. W., Manavis, J. et Blumbergs, P. C. (2010) Diffuse neuronal perikaryal amyloid precursor protein immunoreactivity in an ovine model of non-accidental head injury (the shaken baby syndrome). *Journal of Clinical Neuroscience* 17:237-240.
- Finnie, J. W., Manavis, J., Blumbergs, P. C. et Summersides, G. E. (2002) Brain damage in sheep from penetrating captive bolt stunning. *Australian Veterinary Journal* 80:67-69.
- Finnie, J. W., Van den Heuvel, C., Gebiski, V., Manavis, J., Summersides, G. E. et Blumbergs, P. C. (2001) Effect of impact on different regions of the head of lambs. *Journal of Comparative Pathology* 124:159-164.

Gibson, T.J., Ridler, A.L., Lamb, C.R., Williams, A., Giles, S. et Gregory, N.G. (2012) Preliminary evaluation of the effectiveness of captive-bolt guns as a killing method without exsanguination for horned and unhorned sheep. *Animal Welfare* 21(S2):35-42.

Gibson, T. J., Johnson, C. B., Murrell, J. C., Chambers, J. P., Stafford, K. J. et Mellor, D. J. (2009a) Components of electroencephalographic responses to slaughter in halothane-anaesthetised calves: Effects of cutting neck tissues compared with major blood vessels. *New Zealand Veterinary Journal* 57:84-89.

Gibson, T. J., Johnson, C. B., Murrell, J. C., Hulls, C. M., Mitchinson, S. L., Stafford, K. J. et coll. (2009b) Electroencephalographic responses of halothane-anaesthetised calves to slaughter by ventral-neck incision without prior stunning. *New Zealand Veterinary Journal* 57:77-83.

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

Grandin, T. (2011) *Captive bolt stunning of cattle, sheep, and pigs*. Consultable au : <http://www.grandin.com/humane/captive.bolt.html>

Grandin, T. et Regenstein, J.M. (1994) Religious slaughter and animal welfare: a discussion for meat scientists. *Meat Focus International* 115-123. Consultable au : http://digitool.library.colostate.edu//exlibris/dtl/d3_1/apache_media/L2V4bGlicmlzL2R0bC9kM18xL2FwYWNoZV9tZWVpYS8xNjM0Ng==.pdf

Gregory, N. G. et Wotton, S. B. (1984) Sheep slaughtering procedures 2. Time to loss of brain responsiveness after exsanguination or cardiac-arrest. *British Veterinary Journal* 140:354-360.

Humane Slaughter Association. (2008) *Humane Dispatch and Disposal of Kids and Lambs*. Consultable au : <http://www.hsa.org.uk/Resources/Publications/Technical%20Notes/TN7.pdf>

Lambooy, E. (1982) Electrical stunning of sheep. *Meat Science* 6:123-135.

Longair, J., Finley, G., Laniel, M., MacKay, C., Mould, K., Olfert, E. et coll. (1991) Guidelines for euthanasia of domestic animals by firearms. *Canadian Veterinary Journal* 32:724-726.

Mellor, D. J. et Gregory, N. G. (2003) Responsiveness, behavioural arousal and awareness in fetal and newborn lambs: experimental, practical and therapeutic implications. *New Zealand Veterinary Journal* 51:2-13.

Mellor, D. J. et Littin, K. E. (2004) Using science to support ethical decisions promoting humane livestock slaughter and vertebrate pest control. *Animal Welfare* 13:S127-S132.

Mellor, D. J., Gibson, T. J. et Johnson, C. B. (2009) A re-evaluation of the need to stun calves prior to slaughter by ventral-neck incision: An introductory review. *New Zealand Veterinary Journal* 57:74-76.

Newhook, J. C. et Blackmore, D. K. (1982) Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves. 1. The onset of permanent insensibility in sheep during slaughter. *Meat Science* 6:221-233.

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) (2011a). *Plan d'euthanasie pour les moutons et chèvres*. Consultable au :
http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/animalcare/facts/info_action_plan_shg.htm

MAAARO (2011b). *Euthanasie à la ferme des moutons et des chèvres* Consultable au :
http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/animalcare/facts/info_euthanasia_shgt.htm

Peisker, N., Preissel, A. K., Reichenbach, H. D., Schuster, T. et Henke, J. (2010) Foetal stress responses to euthanasia of pregnant sheep. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* 123:2-10.

Primary Industries Ministerial Council. Commonwealth of Australia and each of its States and Territories (2006) *The Sheep*. 2nd edition. Model Code of Practice for the Welfare of Animals. CSIRO Publishing. Consultable au :

Puskas, C.M. et Rumney, D.T. (2003) Bilateral fractures of the coronoid processes: differential diagnosis of intra-oral gunshot trauma and scavenging using a sheep crania model. *Journal of Forensic Sciences* 48:1219-1225.

Raj, M. (2008) Humane killing of nonhuman animals for disease control purposes. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 11:112-124.

Rosen, S. D. (2004) Physiological insights into Shechita. *The Veterinary Record* 154:759-765.

Schütt-Abraham, I., Wormuth, H.-J., Fessel, J. et Knapp, J. (1983) Captive bolt and concussion stunning of sheep: Results of experiments and practical investigations. In G. Eikelenboom (Ed.), *Stunning of animals for slaughter*. Proceedings of a seminar in the CEC Programme of Coordination of Research on Animal Welfare. Zeist, Netherlands, 13-15 October 1982, Martinus Nijhoff, The Hague. 154-166.

Shaw, N. A. (2002) The neurophysiology of concussion. *Progress in Neurobiology* 67:281-344.

Tidswell, S. J., Blackmore, D. K. et Newhook, J. C. (1987) Slaughter methods: Electroencephalographic (EEG) studies on spinal cord section, decapitation and gross trauma of the brain in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 35:46-49.

Turner, P. V. et Doonan, G. (2010) Developing on-farm euthanasia plans. *Canadian Veterinary Journal* 51:1031-1034.

Velarde, A., Rodriguez, P., Dalmau, A., Fuentes, C., Llonch, P., von Holleben, K. et coll. (2010) *Dialrel WP2.2. Religious slaughter: Evaluation of current practices*. Consultable au :

Whiting, T. L., Steele, G. G., Wamnes, S. et Green, C. (2011) Evaluation of methods of rapid mass killing of segregated early weaned piglets. *Canadian Veterinary Journal* 52:753-758.

Woods, J., Shearer, K. et Hill, J. (2010) Recommended on-farm euthanasia practices. In: *Improving Animal Welfare: A Practical Approach* (Grandin, T. ed.) Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, pp. 186-213.

4. TYPES DE PLANCHER

Conclusions :

1. **Un plancher à surface mouillée et chaude augmente plus le risque de piétin qu'une surface sèche.**
2. **Certains résultats indiquent que les moutons non tondus ne marquent aucune préférence pour un type de plancher particulier pour s'y coucher alors que d'autres préfèrent la paille aux lattes en bois.**
3. **La conductivité thermique d'un type de plancher particulier est importante pour les moutons récemment tondus et ils préfèrent la paille ou les lattes en bois aux planchers de métal ou aux tapis en caoutchouc.**
4. **Les moutons récemment tondus passent moins de temps couchés si le plancher est trop froid pour conserver leur chaleur.**
5. **Les animaux nourris seulement d'une diète alimentaire et abrités sur un plancher à lattes ont plus de comportements anormaux comme mordre les barreaux et manger la laine que les moutons ayant de la paille.**
6. **La longueur du périmètre efficace d'une cage est importante, car les moutons préfèrent se coucher le long d'un mur.**

Introduction : Bien qu'on élève souvent les moutons dans un pâturage extensif ou dans un parc d'élevage, dans certains cas et milieux, on garde les moutons à l'intérieur pendant l'hiver ou à l'année. Souvent, les bâtiments ne sont pas isolés. Différents types de plancher servent dans ces bâtiments dont certains soulèvent des problèmes de bien-être.

Effet sur la nutrition : L'ingestion de la litière de paille peut en certains cas avoir des avantages nutritionnels. Si les moutons sont sur plancher à lattes, ils dépendent de la diète qu'on leur offre et n'ont pas l'occasion de l'enrichir en mangeant la paille de leur litière. Par exemple, Crosby et coll. (2004) et Day et coll. (2006) indiquent des concentrations de cuivre dans le foie plus élevées chez les agneaux sur plancher à lattes que chez ceux capables de manger la paille de la litière.

Effet sur la santé des pieds : La sole et le coussinet constituent la plus grande surface portante du sabot chez les ruminants, et pourtant c'est la surface de l'onglon du sabot qui porte normalement le poids de l'animal. La paroi de l'onglon est dure et solide et bâtie précisément pour transférer le poids de l'animal au sol. La sole et le renflement plus tendres portent également le poids tout en le distribuant sur la surface du sol. Avec usage intensif, l'onglon s'use et s'il devient plat, la sole portera plus de poids et s'usera donc plus vite et s'amincira (Shakespeare, 2009). On sait que les surfaces inégales ou abrasives augmentent l'usure de l'onglon (Shakespeare, 2009) et le taux d'usure de l'onglon est plus rapide chez les vaches hébergées sur le ciment (Vanegas et coll., 2006). Les surfaces dures peuvent causer des dommages aux articulations des moutons. Dans des conditions expérimentales et après

2,5 années à promener les moutons tous les jours sur le béton et à les héberger sur l'asphalte, il y avait des signes de fibrillation du grasset qu'on ne trouve pas chez les moutons qui marchent sur des copeaux et qui sont maintenus dans des pâturages (Radin et coll., 1982). Il n'y avait aucun signe d'arthrose grave, une maladie qu'on trouve chez le bétail et les porcs hébergés sur plancher de béton, mais il y avait des indications de début d'arthrose et de renforcement des os (Radin et coll., 1982).

Les moutons maintenus sur plancher de béton avec litière de paille n'attrapent pas le piétin du mouton par temps sec et rarement par temps pluvieux si la température est froide et que les pieds ne sont pas blessés (Cross, 1978). On a constaté des résultats semblables dans ces conditions même si les animaux étaient exposés à d'autres moutons ayant le piétin (contact en cage) ou si on frottait de l'exsudat fraîchement collecté sur des égratignures aux pieds (exsudat (Tableau 1). Plus de la moitié des moutons ayant des égratignures aux pieds et maintenus dans des conditions chaudes et mouillées attrapent le piétin du mouton (Cross, 1978). Il faut donc irriguer adéquatement la surface du plancher pour réduire l'incidence du piétin.

Tableau 8 : Influence des facteurs environnementaux sur la transmission du piétin du mouton (adapté de Cross, 1978).

Humidité	Température (°C)	Exposition au piétin	Blessures aux pieds	Nombre de pieds exposés	Nombre de pieds atteints de piétin
Sec	>10	Contact dans la cage	Aucun	32	0
Mouillé	>10	Contact dans la cage	Aucun	60	1
Sec	>10	Exsudat	Égratignures	16	0
Mouillé	>10	Exsudat	Égratignures	46	25
Mouillé	<10	Exsudat	Égratignures	14	1

O'Toole (1963) présente les résultats chez les brebis (55 à 73 kg) qui agnellent sur lattes de bois (6,4 cm de large et 4,8 cm de profondeur) avec un espace entre les lattes de 1,3 ou 1,9 cm. Lorsqu'elles sont placées sur les lattes, les brebis donnent des signes précurseurs de boiterie, mais on n'observe presque aucun signe de piétin. On qualifie de satisfaisante la largeur des lattes de 6,4 cm et on rapporte un nombre négligeable de glissades des brebis. L'écart de 1,3 cm entre les lattes était insuffisant pour empêcher le libre passage du fumier et de l'ensilage rejeté. Il fallait un écart de 1,9 cm entre les lattes pour les maintenir propres, tout en étant suffisamment étroites pour être sécuritaires pour les agneaux nouveau-nés (3,7 à 4 kg) et pour les agneaux sevrés (30 à 34 kg). Berge (1997) a fait des recommandations sur la conception des lattes pour l'hébergement des moutons. Les lattes faites d'épinette et de pin scandinave couvertes de résine époxy remplie de sable sec offrent une surface ayant d'excellentes caractéristiques. Il recommande des lattes de 5 à 10 cm de large avec un écart adjacent de 1,8 cm pour les agneaux nouveau-nés et de 2,5 cm pour les moutons adultes. Il explique que par -20 °C, le fumier tend à bloquer les lattes et par temps froid, une ration mouillée cause un blocage accru et un plancher plus glissant. Berge (1997) cite un rapport des États-Unis sur l'utilisation de feuilles de tôle plate galvanisée déployée avec un maillage de 1,9 x 4 cm pour les moutons qui fournit une surface appropriée.

Effet sur la santé du pis : La mammite est plus fréquente chez les brebis abritées sur plancher de métal déployé que sur plancher « naturel » (excréments et restes d'aliments) et sur lattes de bois (43,6 %, 35,0 % et 21,4 % des brebis, respectivement). Malgré cela, pendant les quatre premiers jours de la lactation, la plupart des cas de mammite se produisaient sur plancher naturel et le plus petit nombre de cas sur plancher de métal déployé (Indreb, 1991). Les blessures aux mamelles se produisent le plus souvent sur plancher de métal déployé (Indreb, 1991). La majorité des cas de mammite à *E. coli* (6 sur 12) se produisent sur plancher naturel. La mammite à *E. coli* est rare chez les moutons et il faut considérer ces résultats dans ce contexte. Les auteurs concluent que la santé générale des brebis était meilleure sur plancher naturel, mais on ne connaît pas les raisons de cette conclusion.

Propreté du plancher : Un plancher de lattes en bois retient des crottins et ne reste pas propre comme on s'y attendait (Lupton et coll., 2007). Les excréments sont généralement écrasés et forcés à travers les lattes par les pieds des agneaux (Lupton et coll., 2007). Un plancher de fil d'acier tissé améliore le passage des excréments qui maintiennent leur forme distinctive de crottins nécessaire pour la revente aux jardiniers (Lupton et coll., 2007).

Les tapis de caoutchouc ont une faible capacité d'absorption et deviennent rapidement trempés et sales (Færevik et coll., 2005). L'humidité d'une surface influence la conductivité thermique du matériau qui, avec la malpropreté, diminue sans doute son attrait pour s'y reposer. La résistance thermique de la sciure de bois, par exemple, est divisée par un facteur de six lorsqu'elle est mouillée (Gatenby, 1977). Comme nous l'avons mentionné, les surfaces mouillées peuvent causer des problèmes de maladies comme le piétin du mouton.

Effet sur la production : Les agneaux élevés dans des abris sur plancher surélevé de lattes en bois ou de fil d'acier tissé produisent des carcasses plus maigres et des toisons plus lourdes, plus uniformes et visuellement plus propres que les agneaux élevés en pâturage ou en parc d'engraissement (Lupton et coll., 2007). Il n'y avait aucune différence significative dans la croissance des agneaux élevés sur plancher à litière de paille ou sur plancher de métal galvanisé déployé (Crosby et coll., 2004) ou sur plancher à lattes en plastique (Day et coll., 2006). La prise d'aliments n'était pas différente non plus malgré l'addition de litière fraîche tous les deux jours qui peut être une source supplémentaire de fibre pour les agneaux (Crosby et coll., 2006).

Effet sur le comportement :

Préférences en matière de matériau à plancher. Les brebis hébergées en groupes n'avaient aucune préférence pour un matériau de plancher particulier dans deux tests de choix entre le bois solide, le tapis, le plancher de métal déployé ou la paille (Færevik et coll., 2005). La première brebis du groupe à s'étendre après allaitement préférait le plancher de bois au plancher de métal déployé, la paille au plancher de bois et la paille au plancher de métal déployé, mais la première brebis à s'étendre après allaitement ne montrait aucune préférence entre le plancher de bois et le tapis de caoutchouc (Færevik et coll., 2005). Dans d'autres résultats, Gordon et Cockram (1995) ont révélé une importante préférence pour le plancher à litière de paille sur lattes en bois chez les béliers d'un an. On a observé une habitude aux lattes en bois alors que le temps passé couché sur les lattes augmentait pendant la deuxième période de 24 heures par rapport à la première (Gordon et Cockram, 1995). Les béliers abrités sur plancher à treillis métallique avec accès à un tapis de plastique passaient beaucoup plus de temps étendus sur le

tapis que sur le treillis (McGreevy et coll., 2007). Le temps passé sans le tapis diminuait considérablement lorsqu'on remettait le tapis après une période d'absence. Le pourcentage de temps passé couché atteignait un sommet le premier jour que le tapis était remis comparé au pourcentage de temps passé étendu lors de l'introduction initiale du tapis ou pendant les jours suivant sa réintroduction (McGreevy et coll., 2007).

Bien que les brebis non tondues semblent accorder moins d'importance à la douceur du plancher que celles tondues récemment, comme le montre le test de préférence de Færevik et coll. (2005), les brebis tondues préfèrent de loin un plancher de bois au plancher de métal déployé et la paille au plancher de bois, et tendent à préférer le plancher de bois au tapis de caoutchouc (Færevik et coll. (2005). Hansen et Lind (2008) ont obtenu des résultats semblables alors que les agneaux utilisaient les cages à occupation double à plancher de lattes en bois autant ou un peu plus que le plancher de métal déployé. La conductivité thermique, bien qu'apparemment sans importance pour les moutons tondues, semble avoir une grande importance pour les animaux tondues au moins pour les 3 premières semaines après la tonte, sans doute en partie à cause de l'épaisse toison des brebis non tondues qui limite la perte de chaleur (Færevik et coll., 2005; Hansen et Lind, 2008) et peut-être de l'absence d'effet de coussin qu'offre la toison. Les brebis préféraient de loin se coucher le long d'un mur (98,2 % des observations), mais elles étaient presque exclusivement couchées sur la paille lorsqu'elles étaient allongées au milieu de la cage (Færevik et coll. (2005). La longueur du périmètre efficace influence la préférence des moutons pour le lieu où ils s'étendent et Jørgensen et Bøe, 2009 suggèrent qu'il faut un minimum de 0,9 m par brebis. Dans les cages à plancher à caillebotis, les plateformes de bois solide augmentent la longueur efficace du périmètre sans en augmenter la taille, mais peuvent être couvertes d'excréments et d'urine, ce qui peut contaminer la laine, l'onglon ou la peau (Jørgensen et Bøe, 2009). Les plateformes de bois, si on les maintient propres et sèches peuvent ainsi améliorer le confort des moutons abrités à l'intérieur sur plancher à lattes, même si l'avantage consiste en un espace accru pour s'étendre le long d'un mur (Jørgensen et Bøe, 2009).

Confort relatif au repos :

Perte de chaleur. La perte de chaleur par conductivité thermique des moutons est largement déterminée par la température du sol, la profondeur de la toison et la nature de l'isolation sous le mouton (p. ex., paille, copeaux ou sciure de bois sec) et est peu influencée par le microclimat local (Gatenby, 1977). Lorsque le mouton est étendu, 20 à 25 % de sa surface est en contact avec le sol. Selon le temps que l'animal passe couché, la conductivité peut provoquer une grande perte de chaleur (Gatenby, 1977). Par contre, seul 0,5 % de la surface totale d'un mouton debout est en contact avec le sol. Les conditions atmosphériques, l'approvisionnement alimentaire et les habitudes sociales peuvent influencer la proportion de temps passé étendu (Gatenby, 1977). Les moutons peuvent perdre 2 à 3 MJ/jour (jusqu'à 30 % de la production de chaleur minimale) par conductivité lorsqu'ils sont allongés sur une surface froide mal isolée (Gatenby, 1977). La conduction peut être une importante voie de perte de chaleur dans les abris et peut donc aggraver et le stress du froid (Gatenby, 1977).

La longueur de la toison est peut-être plus importante pour déterminer la perte de chaleur que la nature du substrat sur lequel est allongé le mouton (Gatenby, 1977). C'est ce qu'on a suggéré lorsqu'on a découvert que la circulation de la chaleur à travers une toison de 3,3 cm vers une surface gazonnée ou bétonnée est la même (Gatenby, 1977).

Durée du repos. Les moutons gardés à l'intérieur sur plancher à caillebotis (surtout sur grillage métallique) passent 2 à 3 heures de plus allongés que les moutons au pâturage (Bøe, 1990). Cela est probablement dû au temps supplémentaire passé à paître dans le pâturage et non pas au confort de la surface sur laquelle ils s'allongent.

Avant la tonte, les moutons sur un plancher de grillage métallique dans un abri non isolé passaient considérablement moins de temps couchés que les moutons dans un abri isolé sur un plancher semblable (862,1 min par jour⁻¹ et 917,2 min⁻¹) (Bøe, 1990). Le temps de couchage dans un abri non isolé est également directement proportionnel à la température extérieure alors que cette relation n'existe pas dans un abri isolé (Bøe, 1990). Après la tonte, le temps de couchage baisse de près de 40 % et on n'a observé aucune différence entre l'abri isolé et l'abri non isolé (Bøe, 1990). Le temps de couchage est lié à la température extérieure dans les deux abris (Bøe, 1990). Vingt-cinq jours après la tonte, la durée du couchage revient à environ la même durée qu'avant la tonte, ce que l'auteur impute à la combinaison d'isolation accrue de la laine qui a poussé, à l'acclimatation et à la température à la hausse (Bøe, 1990).

Capacité d'exprimer des comportements naturels : Chez les agneaux nourris au granulé dans un abri sur plancher de lattes en bois surélevé ou sur plancher de grillage métallique surélevé, on n'a observé aucun agneau arracher de la laine ou se battre pour la dominance (Lupton et coll., 2007). Les moutons abrités dans des cages à litière de paille passaient beaucoup plus de temps couchés, à se déplacer, à manger du foin, à fouiller la paille et à ruminer que les moutons abrités individuellement dans une cage (p. ex., caisse expérimentale) avec un plancher à caillebotis (Cooper et Jackson, 1996). Par contre, les moutons abrités dans des cages individuelles à plancher à caillebotis passaient beaucoup plus de temps à manger du concentré, à se cabrer, à boire, à avoir des activités orales anormales comme mordre les barreaux, les lattes et manger de la laine que ceux abrités sur la paille en groupe (Cooper et Jackson, 1996). Ces activités orales anormales des moutons sur plancher à caillebotis nourris de concentré seulement peuvent remplacer les activités d'exploration comme manger du foin et fouiller la paille (Cooper et Jackson, 1996). Cela suggère que le concentré à lui seul ne répond pas complètement aux besoins nutritionnels des moutons, sans doute à cause du manque de fibres longues qui sont importantes dans le fonctionnement du tube digestif (Cooper et Jackson, 1996), et qu'un environnement sans ce type de substrat n'offre à l'animal aucune occasion appropriée de fourrager. Le fait de fournir de la paille à des moutons mérinos nourris au concentré a considérablement réduit la fréquence de l'arrachage de laine et des dommages à la laine (Vasseur et coll., 2006).

Recommandations de recherche :

L'effet du type de plancher sur la santé des pieds et des jambes.

Peu de recherche a été faite sur la relation entre la litière, le type de plancher et le risque de mammite.

Plus précisément, il faut plus de recherche sur les planchers à caillebotis (effet sur la prise d'aliments, le temps de couchage, la santé des pieds et le confort thermique pour l'allaitement et le sevrage des agneaux et des adultes).

Références

- Berge, E. (1997) Housing of sheep in cold climate. *Livestock Production Science*, 49: 139-149.
- Bøe, K. (1990) Thermoregulatory behaviour of sheep housed in insulated and uninsulated buildings. *Applied Animal Behaviour Science* 27:243-252.
- Cooper, J. et Jackson, R. (1996) A comparison of the feeding behaviour of sheep in straw yards and on slats [abstract]. *Applied Animal Behaviour Science* 49:99.
- Crosby, T., Quinn, P., Callan, J. et O'Hara, M. (2004) Effect of floor type and dietary molybdenum content on the liver copper concentration at slaughter and performance of intensively finished lambs. *Livestock Production Science* 90:181-190.
- Cross, R. (1978) Influence of environmental factors on transmission of ovine contagious foot rot. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 173:1567-1568.
- Day, J., Boland, T. et Crosby, T. (2006) The effects of plastic slatted floor or straw bedding on performance, liver weight and liver copper concentrations in intensively reared lambs. *Livestock Science* 100:270-275.
- Færevik, G., Anderson, I. et Bøe, K. (2005) Preferences of sheep for different types of pen flooring. *Applied Animal Behaviour Science* 90:265-276.
- Gatenby, R. (1977) Conduction of heat from sheep to ground. *Agricultural Meteorology* 18:387-400.
- Gordon, G. et Cockram, M. (1995) A comparison of wooden slats and straw bedding on the behaviour of sheep. *Animal Welfare* 4:131-134.
- Hansen, I. et Lind, V. (2008) Are double bunks used by indoor wintering sheep? Testing a proposal for organic farming in Norway. *Applied Animal Behaviour Science* 115:37-43.
- Indreb, A. (1991) The occurrence of mastitis and teat injury in ewes kept on different types of flooring [abstract]. *Norsk Veterinaertidsskrift* 103:205-212.
- Jørgensen, G.H.M., et Bøe, K.E. (2009) The effect of shape, width and slope of a resting platform on the resting behaviour of and floor cleanliness for housed sheep. *Small Ruminant Research* 87:57-63.
- Lupton, C., Huston, J., Craddock, B., Pfeiffer, F. et Polk, W. (2007) Comparison of three systems for concurrent production of lamb meat and wool. *Small Ruminant Research* 72:133-140.

McGreevy, P., George, S. et Thomson, P. (2007) A note on the effect of changes in flooring on the behaviour of housed rams. *Applied Animal Behaviour Science* 107:355-360.

O'Toole, M. A. (1963) Winter housing of pregnant ewes on slatted floors. *Irish Journal of Agricultural Research* 2:217-224.

Radin, E., Orr, R., Kelman, J., Paul, I. et Kelman, J. (1982) Effect of prolonged walking on concrete on the knees of sheep. *Journal of Biomechanics* 15:487-492.

Shakespeare, A. (2009) Inadequate thickness of the weight-bearing surface of claws in ruminants. *Journal of the South African Veterinary Association* 80:247-253.

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

Vasseur, S., Paull, D.R., Atkinson, S.J., Colditz, I.G., et Fisher, A.D. (2006) The effects of dietary fibre and feeding frequency on wool biting and aggressive behaviours in housed Merino sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46:777-782.

5. SOINS NÉONATALS JUSQU'AU SEVRAGE

DYSTOCIE

Conclusions :

- 1. La dystocie augmente le risque de mortalité des agneaux et peut retarder la performance de comportements importants comme l'allaitement sous la mère.**
- 2. Bien que peu de recherche ait été faite directement sur les moutons, la dystocie est susceptible de causer une grande douleur chez les brebis pendant et peut-être après la parturition.**
- 3. Plusieurs facteurs peuvent augmenter le risque de dystocie, comme le poids à la naissance et la taille de la portée, de même que la grosseur relative du fœtus. La considération de ces facteurs et le fait d'ajuster les exigences en matière de gestion peuvent aider à réduire l'incidence et la gravité des cas de dystocie.**

Introduction : La naissance difficile, connue sous le nom de dystocie, peut compromettre le bien-être des brebis et des agneaux. La dystocie peut avoir des effets sur leur capacité d'exprimer un comportement naturel requis pour remplir des fonctions essentielles.

L'incidence de la dystocie varie, mais Dwyer (2003) a révélé que 21,2 % des 524 agneaux de race Suffolk et Scottish Blackface avaient besoin d'une assistance à la naissance. La plupart des agneaux à présentation anormale avaient besoin d'assistance et pourtant, certains agneaux qui se présentaient bien (11,4 %) avaient également besoin d'assistance.

L'effet de la dystocie est souvent mesuré au moyen de la mortalité des agneaux. Dans plusieurs circonstances, le taux de mortalité peut être un moyen d'évaluer les normes d'élevage. Toutefois, si la mort est rapide et sans souffrance, ce n'est pas une question de bien-être, mais si elle est prolongée et associée à la maladie, à la douleur et à la peur, cela devient une question de bien-être (Broom, 1988). Comme Mellor et Strafford (2004) l'expliquent, la capacité des agneaux nouveau-nés de percevoir la souffrance liée à plusieurs résultats aversifs de la dystocie qui peuvent précéder la mort, comme la dyspnée, l'hypothermie, la faim, la maladie ou la douleur, peut être atténuée par l'hypoxémie, l'hypothermie, l'étourdissement, le sommeil ou l'inconscience.

Comme le disent Cockram et Hughes (2011), la dystocie peut causer beaucoup de douleur, d'inconfort et de risques pour la santé tant à l'agneau qu'à la brebis. Le traumatisme physique direct, le transfert passif reporté des anticorps et les infections bactériennes subséquentes sont des conséquences de la dystocie chez les nouveau-nés. Les procédures vétérinaires, le recours aux analgésiques (Scott et Gessert, 1996) et aux antibiotiques, et les pratiques hygiéniques peuvent réduire les effets défavorables au bien-être associés aux problèmes obstétriques (Scott, 2005). Il faut plus de recherche sur les répercussions de la dystocie sur le bien-être, mais le retard dans l'expression des comportements naturels a été enregistré jusqu'à un certain point.

Il y a beaucoup de documentation sur les facteurs de risque de la dystocie et ces facteurs peuvent donner une idée des pratiques qui peuvent aider à atténuer la fréquence de ce problème et donc de minimiser le nombre d'animaux qui la vivent.

Facteurs de risque de la dystocie : On a rapporté une grande variété de facteurs de risque de la dystocie. Bien que certains d'entre eux se répètent d'une étude à l'autre, d'autres se contredisent. Une raison possible à cela est la vaste gamme de races de moutons étudiées. Certaines races peuvent être génétiquement prédisposées à la dystocie pour une raison ou une autre. Une autre différence entre les études est le critère du moment où on a apporté de l'aide à une brebis en agnelage, c.-à-d. quand on a déterminé qu'elle avait besoin d'un agnelage assisté ou de l'aide du vétérinaire. Il est probable qu'il y avait au moins des variations entre les études pour le critère du moment où apporter de l'aide ou l'aide du vétérinaire, ce qui a pu causer des écarts dans le traitement des facteurs de risque.

Le risque de dystocie est à son plus fort chez les brebis portant des triplets; chez les triplets, le risque de mortalité des agneaux est 9 % plus élevé que chez les jumeaux (Everett-Hincks et Dodds, 2008). L'incidence accrue de la dystocie pour les portées nombreuses correspond à l'incidence accrue de présentation anormale à la naissance (Speijers et coll., 2010). À l'inverse, dans d'autres études, les agneaux uniques sont beaucoup plus susceptibles d'avoir besoin d'assistance à la naissance que les jumeaux ou les agneaux multiples (Dwyer et Bünger, 2012). On pense que cela tient au moins en partie à la suralimentation des brebis gravides ayant un seul agneau, ce qui augmente le poids à la naissance. Toutefois, ce facteur de risque a fait l'objet de peu d'études scientifiques. En résumé, les agneaux nés seuls risquent davantage la dystocie à cause du poids plus élevé à la naissance alors que la portée plus nombreuse augmente le risque de dystocie due à une présentation anormale.

L'âge (y compris l'expérience et la parité) de la brebis peut influencer l'incidence de la dystocie. Par exemple, Dawson et Carson (2002) ont découvert que les brebis d'un an ont besoin d'aide à l'agnelage plus souvent que les brebis de deux ou trois ans. Dwyer et Bünger (2012) ont révélé que 55 % des brebis de deux ans agnellent sans aide par rapport à 67 % des brebis de plus de 2 ans. Speijers et coll. (2010) ont découvert que la probabilité de dystocie baisse avec l'âge de la brebis. Bien que les agneaux nés de brebis de 3 ans avaient un risque plus élevé de dystocie que les brebis de 2, 4, 5 ou 6 ans, le risque accru de dystocie chez les brebis de 3 ans est sans doute dû à la prévalence accrue de naissances multiples (Speijers et coll., 2010). Une étude rétrospective des mères de 2 à 6 ans par Everett-Hincks et Dodds (2008) a également révélé que le taux de dystocie est le plus élevé chez les agneaux nés d'une mère de 3 ans. Il y a plusieurs facteurs (Smith, 1977) et la relation entre l'âge de la brebis et la dystocie exige qu'on l'étudie de manière plus approfondie.

On n'a trouvé aucun effet du sexe de l'agneau sur la dystocie chez plusieurs races, mais l'effet du sexe était important chez les agneaux de race Suffolk (Dwyer, 2003). Les agneaux mâles exigent une assistance plus souvent que les femelles (Dwyer et Bünger, 2012; Everett-Hincks et Dodds, 2008), ce qui s'explique au moins en partie par le poids accru à la naissance constaté chez les agneaux mâles. Les mâles ont également tendance à une présentation anormale plus fréquente, ce qui peut être dû aux différences du développement comportemental prénatal entre les sexes, en particulier chez les races qui ont été sélectionnées pour certains traits de production (Dwyer et Bünger, 2012).

Comme les agneaux mâles sont plus lourds que les agneaux femelles et que le fait d'augmenter la taille de la portée diminue le poids des agneaux, il est difficile de séparer les effets du poids et du sexe des agneaux. Le poids de l'agneau est beaucoup plus élevé dans les cas de dystocie que dans les naissances sans aide (Cagnetta et coll., 1995). Les agneaux qui n'ont pas besoin d'aide sont considérablement plus légers que les autres, et pourtant, le poids ne diffère pas entre les agneaux qui exigent plus ou moins d'assistance (c.-à-d. peu d'assistance, beaucoup d'assistance ou assistance du vétérinaire) (Dwyer et Bünger, 2012). Chez des agneaux de races Suffolk et Scottish Blackface, les sujets les plus lourds avaient une mise bas beaucoup plus longue et les Scottish Blackface mâles avaient une mise bas plus longue; ces facteurs ont sans doute augmenté le nombre d'agneaux auxquels on a dû apporter de l'aide dans l'étude de Everett-Hincks et Dodds (2008). L'incidence de la dystocie a commencé à augmenter lorsque le poids à la naissance des agneaux a dépassé les 4 kg et que la surcharge pondérale s'est avérée la cause prédominante de la dystocie chez les agneaux uniques (Speijers et coll., 2010). Les agneaux plus lourds avaient également une plus grande fréquence de présentation anormale que les agneaux plus légers et le poids accru était associé à une plus forte proportion d'agneaux se présentant tête première avec les deux pattes rétractées (Dwyer, 2003). Les agneaux qui se présentaient avec une patte rétractée étaient également beaucoup plus lourds que ceux qui se présentaient avec les deux pattes rétractées (Dwyer, 2003). Dans d'autres résultats, les agneaux qui étaient de 0,5 à 1 kg au-dessus du poids moyen général des autres agneaux de l'étude, quelle que soit la taille de la portée, avaient un risque inférieur de mortalité due à la dystocie (et aussi à la faim et à l'exposition durant les 3 premiers jours après la naissance), et les triplets qui pesaient 2 kg de moins que la moyenne avaient le plus grand risque de mortalité par dystocie (Everett-Hincks et Dodds, 2008). L'absorption d'éléments nutritifs et les fluctuations du poids des brebis pendant la gestation peuvent influencer le poids à la naissance de l'agneau et, donc, son risque de dystocie. La sous-section *Survie néonatale* traitera de ce sujet de façon plus approfondie.

Olson et coll. (1987), par exemple, donnent suffisamment de preuves que les brebis gravides sont peu susceptibles d'avoir des problèmes importants associés à la régulation thermique, à la santé ou à la capacité d'agneler à des températures de l'air allant jusqu'à -10 °C. Dans l'étude d'Olson et coll. (1987), le taux de mortalité des agneaux à la naissance n'était pas supérieur à -10 °C qu'à des températures de 10 °C et 15 °C. Toutefois, on a constaté que les demandes d'énergie faites aux brebis gravides qui ne reçoivent pas une nutrition adéquate et sont exposées au froid peuvent provoquer un taux de mortalité accru chez les agneaux (Blaxter, 1957). Dans leur étude, Everett-Hincks et Dodds (2008) font référence à deux études dont les auteurs suggèrent que les conditions atmosphériques à la fin de la gestation influencent le bilan énergétique des brebis, en particulier celles qui portent des jumeaux ou plus, et que cela peut influencer la vitalité des agneaux à la naissance. On a suggéré que les conditions atmosphériques pendant la fin de la gestation influencent le bilan énergétique des brebis lorsque les besoins nutritionnels sont grands et qu'ils ne sont pas satisfaits dans certains cas (Everett-Hincks et Dodds, 2008). On pense que ce bilan énergétique négatif influence la vitalité et la survie des agneaux (Everett-Hincks et Dodds, 2008) et leur capacité de s'adapter au climat rigoureux qu'ils pourraient connaître (Coronato, 1999). La survie des agneaux au moins jusqu'à l'âge de deux mois était en proportion inverse de la perte de chaleur évaluée selon une formule qui a recours à la température, à la vitesse du vent, au temps passé avec une toison mouillée, à l'épaisseur de la toison et au pourcentage de ciel couvert pendant les deux semaines précédant l'agnelage en Patagonie (Coronato, 1999). Cette corrélation était plus étroite que pour la perte de

chaleur pendant la période d'agnelage même (Coronato, 1999). Bien que cet auteur insiste sur l'importance des conditions atmosphériques avant l'agnelage, les conditions quotidiennes moyennes auxquelles les brebis étaient exposées étaient toutes supérieures à 0 °C avec des vents de moins de 4 m/s⁻¹.

Les triplets nés de brebis avec une note de comportement maternel inférieure à 3 (voir le Tableau 7 pour une description des notes) avaient également un risque accru de mortalité par dystocie, alors que la note de comportement maternel des mères n'influçait pas les agneaux uniques (Everett-Hincks et Dodds, 2008).

Tableau 9 : Les notes de comportement maternel des mères enregistrées à l'étiquetage des agneaux (adapté de O'Connor et coll., 1985).

Note de comportement maternel	Description
1	La brebis fuit à l'approche du berger, ne montre aucun intérêt pour les agneaux et ne revient pas
2	La brebis s'éloigne de plus de 10 m, mais revient à ses agneaux lorsque le berger s'éloigne
3	La brebis s'éloigne à une telle distance que l'étiquetage d'identification est difficile (5 à 10 m)
4	La brebis s'éloigne, mais reste à moins de 5 m
5	La brebis reste proche du berger pendant la manipulation de ses agneaux

La race a une influence importante sur l'assistance dont la brebis à besoin à la mise bas. Un plus grand nombre de brebis donnant naissance à des agneaux de Texel de race avait besoin d'assistance à la mise bas et les brebis qui donnaient naissance à des agneaux Suffolk de race avaient plus souvent besoin d'assistance que les brebis donnant naissance à des agneaux Scottish Blackface ou Mule (Scottish Blackface x Border Leicester) x agneaux de Texel (Dwyer et Bünger, 2012). Les brebis donnant naissance à des agneaux de Texel étaient également beaucoup plus susceptibles d'avoir besoin de l'assistance d'un vétérinaire à l'agnelage (Dwyer et Bünger, 2012).

Ce sont là des variations de l'incidence de la dystocie entre les races de brebis selon le géniteur de l'agneau (Carson et coll., 2001). On a découvert que la proportion de brebis qui avaient besoin d'assistance à l'agnelage était supérieure chez les brebis Blackface que chez les brebis de race Cheviot lorsque le géniteur était un bélier de Texel, ce qu'on pense dû à l'incompatibilité de la taille des agneaux et à la taille de la ceinture pelvienne de la brebis (Carson et coll., 2001). □ La grosseur relative du fœtus était la cause la plus commune de dystocie nécessitant une césarienne chez les brebis d'une étude sur le terrain de 137 opérations césariennes sur 3 ans (Scott, 1989). On a également découvert que la proportion de brebis Blackface croisées avec des géniteurs Blackface qui avaient eu besoin d'assistance à l'agnelage était plus faible que la proportion de brebis Cheviot croisées avec des géniteurs Cheviot (Carson et coll., 2001). La dystocie était considérablement plus rare chez les brebis Blackface de race accouplées à un bélier Blackface que chez celles accouplées à un bélier Lley, Cheviot ou Texel (Speijers et coll., 2010). D'autres résultats démontrent qu'une proportion plus forte de brebis Suffolk x Cheviot agnelait sans assistance par rapport aux brebis Blue-faced Leicester x Blackface et Texel x Blackface (Dawson et Carson, 2002). Les brebis Blue-faced Leicester x Blackface, Texel x Blackface et Texel x Cheviot avaient toutes la même proportion de brebis ayant besoin

d'assistance (Dawson et Carson, 2002). Une plus grande proportion de brebis croisées avec un bélier Suffolk avaient besoin d'assistance que les brebis croisées avec un bélier Texel (Dawson et Carson, 2002). Bien que dans certains cas on puisse attribuer l'incidence de la dystocie entre les races à la différence de poids de l'agneau, on a également suggéré que la présentation de l'agneau peut également être en cause (Carson et coll., 2001). Speijers et coll. (2010) ont révélé que les différences entre la race des géniteurs dans la proportion de dystocie causée par les gros agneaux correspondent aux différences du poids des agneaux à la naissance. Une partie importante de l'effet de la race du géniteur sur la dystocie est causée par une présentation anormale de l'agneau indépendante du poids à la naissance (Speijers et coll., 2010). La considération et l'appariement de la race du géniteur et de la brebis aident à réduire l'incidence de la dystocie. Des problèmes de bien-être peuvent également se produire lorsque les exigences en matière de gestion ne conviennent pas à la race; par exemple, les données montrent que la race Suffolk, qui exige normalement un élevage intensif, demande une main-d'œuvre humaine considérable au moment de la mise bas, et si on réduit la main-d'œuvre dans ces troupeaux, il est probable que le taux de mortalité des agneaux augmentera et que le bien-être des agneaux diminuera (Dwyer et Lawrence, 2005).

Effet du risque de mortalité sur les agneaux : Dans les systèmes extensifs, la majorité des morts d'agneaux a deux causes : la dystocie liée à une naissance prolongée ou difficile ou le complexe famine-comportement maternel inadéquat-exposition (Nowak et Poindron, 2006). Dans une étude, la plupart des agneaux capables de se tenir debout, mais qui sont morts par la suite, étaient passés par une mise bas plus longue que la moyenne (Arnold et Morgan, 1975). Le poids à la naissance des agneaux adopte habituellement une répartition en U avec la survie; la mortalité due à la famine et à l'exposition baisse avec l'augmentation du poids de l'agneau tandis que la mortalité due à la dystocie augmente avec le poids à la naissance (Dwyer, 2003). La note de difficulté de l'agnelage (de 1 à 4, 1 = sans assistance à l'agnelage, 4 = agnelage assisté très difficile, y compris l'assistance du vétérinaire) tend à être associée au taux de mortalité des agneaux entre la naissance et l'âge de 7 semaines (Speijers et coll., 2010). Toute augmentation de la note de difficulté de l'agnelage double et plus la probabilité que l'agneau meure dans les 24 heures de sa naissance (Speijers et coll., 2010). Scales et coll. (1986) ont révélé que 5 % des agneaux meurent après dystocie, un taux de mortalité qui passe à 15,7 % si on suppose que les agneaux qui ont été aidés seraient morts sans cette aide. Cet effet de la dystocie sur la mortalité est plus fort chez les agneaux uniques, car leur poids supérieur à la naissance les prédispose à la dystocie et au traumatisme de la naissance (Speijers et coll., 2010).

Effet sur le retard dans l'expression des comportements : Toute assistance apportée à la mise bas des agneaux ralentit l'arrivée des mouvements initiaux de redressement de l'agneau après la mise bas, comme lever la tête et pousser sur les genoux (Dwyer, 2003). Il est intéressant de constater que le fait de corriger la position de l'agneau avant que la brebis mette bas par elle-même n'influence pas les comportements de l'agneau comparés à ceux des agneaux sans assistance (Dwyer, 2003). Les agneaux qui avaient besoin d'une mise bas manuelle complète étaient considérablement plus lents à exprimer tous les comportements néonataux que tous les autres agneaux et on en a vu un moins grand nombre qui jouaient dans les trois premières heures après la naissance (Dwyer, 2003). Le fait que les agneaux aient besoin d'assistance à l'agnelage ou qu'ils connaissent une naissance difficile sans l'intervention humaine peut retarder leur allaitement (Dwyer, 2003; Dwyer et Bünger, 2012). Les agneaux qui ont eu besoin d'un agnelage manuel étaient également moins actifs pendant les trois premiers jours après la

naissance que ceux à naissance plus facile (Dwyer, 2003). La difficulté de l'agnelage peut causer un traumatisme, une blessure physique ou l'hypoxie, qui peut être un facteur d'influence sur le développement de l'agneau pendant la période postnatale (Dwyer, 2003). Tout retard de l'agneau à se lever ou de la brebis à en prendre soin est également associé à un part languissant (Arnold et Morgan, 1975).

Sommaire : La dystocie qui exige une assistance pour la mise-bas de l'agneau augmente le risque de mortalité, non seulement au moment de la naissance, mais aussi pendant la période néonatale. Les principales causes de dystocie sont maternelles : disproportion du fœtus et présentation anormale. La dystocie due à la disproportion du fœtus peut être causée par une mauvaise sélection de la race, par l'élevage d'agneaux ou de brebis mal développés ou par la suralimentation des brebis portant un seul agneau. La présentation anormale peut être due à un poids élevé à la naissance, mais augmente aussi en cas de naissances multiples. La dystocie peut causer de la douleur et des dommages à l'agneau, ce qui nuit au comportement d'allaitement; et la douleur et les dommages à la brebis peuvent nuire à sa capacité de bien mater son ou ses agneaux et mener à un comportement maternel inadéquat. Pour diminuer les problèmes de bien-être dus à la dystocie, il est important de tenir compte des points suivants : une nutrition gestationnelle adéquate de la brebis pour assurer un poids correct à la naissance (c.-à-d. éviter la sous-alimentation des brebis portant des agneaux multiples ou la suralimentation des brebis portant un seul agneau); une bonne sélection des races pour assurer la facilité de l'agnelage; une intervention en temps voulu et pertinente en cas de présentation anormale; la destruction des brebis ayant un historique de difficultés à l'agnelage; la protection contre les mauvaises conditions atmosphériques pendant la période périnatale; et une nutrition adéquate des agneaux pour assurer une bonne taille corporelle au moment de l'agnelage.

Recommandations de recherche :

Les répercussions de la dystocie sur la douleur et les soins maternels.

Les répercussions de la supervision de l'agnelage sur le risque de dystocie. Par exemple, l'effet de la fréquence des observations, de la taille du groupe, des critères d'intervention sur la survie des agneaux et le confort de la brebis. Les critères pour le moment de l'intervention devraient faire l'objet de plus de recherche (p. ex., à quel moment après la rupture de la membrane fœtale doit-on intervenir?).

Références

Arnold, G. et Morgan, P. (1975) Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Applied Animal Ethology* 2:25-46.

Broom, D. M. (1988) The scientific assessment of poor welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 20:5-19.

Blaxter, K.L. (1957) The effects of defective nutrition during pregnancy in farm livestock. *Proceedings of the Nutrition Society* 16:52-58.

Cagnetta, P., Vonghia, G. et Melodia, L. (1995) The influence of man's assistance at parturition on the neonatal behaviour of Altamura breed-population lambs [abstract]. *Applied Animal Behaviour Science* 44:259.

Carson, A., Irwin, D. et Kilpatrick, D. (2001) A comparison of Scottish Blackface and Cheviot ewes and five sire breeds in terms of lamb output at weaning in hill sheep systems. *Journal of Agricultural Science* 137:221-233.

Cockram, M. S. et Hughes, B. O. (2011) Health and disease. In: *Animal Welfare*. (Appleby, M.C., Mench, J.A., Olsson, I. A. S. and Hughes, B. O., eds.) Wallingford: CABI. pp. 120-137.

Coronato, F. (1999) Environmental impacts on offspring survival during the lambing period in central Patagonia. *International Journal of Biometeorology* 43:113-118.

Dawson, L. et Carson, A. (2002) Effects of crossbred ewe genotype and ram genotype on ewe prolificacy, lamb viability and lamb output in the lowland sector. *Journal of Agricultural Science* 139:169-181.

Dwyer, C. (2003) Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology* 59:1027-1050.

Dwyer, C. et Bünger, L. (2012) Factors affecting dystocia and offspring vigour in different sheep genotypes. *Preventative Veterinary Medicine* 103:257-264.

Dwyer, C. et Lawrence, A. (2005) Frequency and cost of human intervention at lambing: an interbreed comparison. *Veterinary Record* 157:101-104.

Everett-Hincks, J. et Dodds, K. (2008) Management of maternal-offspring behaviour to improve lamb survival in easy care sheep systems. *Journal of Animal Science* 86:E259-E270.

Mellor, D. J. et Stafford, K. J. (2004) Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *Veterinary Journal* 168:118-133.

Nowak, R. et Poindron, P. (2006) From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development* 46:31-446.

O'Connor, C., Jay, N., Nicol, A. et Beatson, P. (1985) Ewe maternal behaviour score and lamb survival. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 45:159-162.

Olson, D. P., Parker, C. F., LeaMaster, B. R. et Dixon, J. E. (1987) Responses of pregnant ewes and young lambs to cold exposure. *Canadian Veterinary Journal* 28:181-186.

Scales, G., Burton, R. et Moss, R. (1986) Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29:75-82.

Scott, P. (1989) Ovine caesarean operations: A study of 137 field cases. *British Veterinary Journal* 145:558-564.

Scott, P. R. (2005) The management and welfare of some common ovine obstetrical problems in the United Kingdom. *Veterinary Journal* 170:33-40.

Scott, P. R. et Gessert, M. E. (1996) Evaluation of caudal epidural lignocaine injection during dystocia correction in ewes. *Veterinary Record* 138:19-20.

Smith, G. M. (1977) Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. *Journal of Animal Science* 44:745-753.

Speijers, M., Carson, A., Dawson, L., Irwin, D. et Gordon, A. (2010) Effects of sire breed on ewe dystocia, lamb survival and weaned lamb output in hill sheep systems. *Animal* 4:486-496.

SURVIE NÉONATALE

Conclusions :

- 1. La sélection de moutons qui conviennent aux pratiques de gestion est importante, car les deux régimes d'agnelage intensifs et extensifs comportent des problèmes de bien-être.**
- 2. Le taux de mortalité des agneaux est en grande partie dû aux nombreux facteurs concernés. Les agneaux nés d'une portée plus grosse sont le plus à risque et leur surveillance accrue, comme de tout autre agneau à risque, permet de réduire le taux de mortalité.**
- 3. Le complexe sous-alimentation-comportement maternel inadéquat-exposition est la cause la plus commune de mort des agneaux et comporte plusieurs facteurs. Le fait de traiter chaque facteur minimisera les pertes dues à ce complexe.**

Introduction : Les pratiques de gestion de la ferme sont très variées et la gestion de l'agnelage ne fait pas exception. À une extrémité du spectre, il y a l'agnelage intensif en vertu duquel les agneaux sont sous constante supervision et les humains interviennent fréquemment. À l'autre extrémité, les moutons sont laissés dans leur milieu naturel et les humains interviennent très peu (Fisher et Mellor, 2002). Ces deux extrêmes représentent deux questions de bien-être différentes. Dans les systèmes intensifs, les moutons sont étroitement surveillés et tout problème ou difficulté est réglé, ce qui réduit la souffrance, mais peut perturber les comportements naturels et causer des réponses à la peur chez les brebis. Il est important que cet environnement soit construit pour réduire ces perturbations. Les systèmes extensifs font que les moutons subissent moins d'interventions humaines et peuvent agir « naturellement », mais offrent moins d'occasions d'éviter la douleur et les morts inutiles en cas de problème. En général, les animaux des systèmes extensifs sont le plus souvent sélectionnés naturellement et artificiellement pour leur capacité de produire des agneaux avec un minimum d'intervention humaine.

Les brebis parturientes cherchent souvent à s'isoler, un comportement souvent interrompu dans les fermes intensives à cause du taux de peuplement élevé et des rythmes d'agnelage concentrés (Fisher et Mellor, 2002). Cette naissance dans l'isolement réduit les chances d'interférence des autres brebis ou agneaux. La formation de liens affectifs se fait au lieu naissance et les brebis qui passent le plus de temps en ce lieu sont moins susceptibles d'être séparées de leurs agneaux (Alexander et coll., 1983). Bien que le mouvement naturel ne semble pas influencer la formation des liens brebis-agneau, le mouvement forcé des brebis en gestation est perturbateur, car le cœur du lieu de naissance est enlevé (Fisher et Mellor, 2002). Les perturbations humaines pendant l'agnelage forcent les brebis à quitter le lieu de naissance, en particulier si elles ne sont pas habituées à la présence d'un berger.

Il faut adapter le degré de présence du berger à la situation, car la présence des humains peut inhiber ou retarder la mise-bas qui, à son tour, augmente le risque de dystocie, et les perturbations à la naissance peuvent compromettre la formation de liens affectifs brebis-agneau (Fisher et Mellor, 2002).

Facteurs qui influencent la mortalité des agneaux : Les soins néonataux inadéquats (c.-à-d. les soins des agneaux nouveau-nés) peuvent influencer tous les aspects du bien-être, mais leur effet le plus évident est la mortalité des agneaux. Dwyer (2008) considère que la mortalité des agneaux est un clair indicateur du bien-être alors que les fortes pertes néonatales sont synonymes de bien-être compromis. On suppose que la mortalité des agneaux est associée au degré de souffrance de l'animal, mais un examen de Mellor et Stafford (2004) a conclu que cette généralisation n'est pas toujours appropriée et que le niveau de souffrance dépend de la cause de la mort. La mortalité due à la dyspnée et à l'hypothermie est jugée légèrement à modérément préoccupante pour le bien-être, puisque les facteurs qui conduisent à la mort engourdissent aussi la conscience de l'agneau, ce qui réduit sans doute son degré de souffrance (Mellor et Stafford, 2004). La mortalité due à la faim, à la maladie et aux blessures est jugée une préoccupation de bien-être modérée à forte (Mellor et Stafford, 2004). Bien que dans plusieurs cas, certaines causes de la mort provoquent un niveau de souffrance plus élevé avant que la mort se produise, l'adoption de pratiques de gestion qui réduisent le taux de mortalité améliorera le bien-être des agneaux qui survivent.

Le taux de mortalité des agneaux varie d'un pays, d'un système et d'une race de mouton à l'autre et s'établit habituellement dans une fourchette de 15 à 25 % dans le monde (Nowak et coll., 2008). Gama et coll. (1991) révèlent une mortalité présevrage qui varie de 19,6 % à 27 % entre les différentes races et les systèmes d'agnelage annuel et accéléré. La mortalité à la naissance ou dans les 24 premières heures de la vie est de 20 à 63 % de la mortalité présevrage totale, ce qui met en valeur l'importance de la surveillance à l'agnelage (Gama et coll., 1991).

Le taux de mortalité des agneaux varie avec la race, la parité de la brebis, la taille de la portée et la saison de la naissance (María et Ascaso, 1999). L'analyse de la mortalité présevrage d'une population de plus de seize mille agneaux nés sur une période de cinq ans a montré qu'une grande partie des variations d'un individu et d'une race maternelle à l'autre tient aux différences de taille de la portée et de poids à la naissance par rapport à la taille de la brebis (Gama et coll., 1991). Les agneaux de race plus prolifique (Finnish Landrace [FL] et croisements FL) étaient mieux à même de survivre au sevrage que les agneaux Rambouillet, Targhee et Suffolk avec une portée d'une même taille ou d'un même ratio poids à la naissance-poids adulte de la brebis (Gama et coll., 1991). Quelle que soit la taille, le taux de mortalité total avant sevrage était inférieur chez les races plus prolifiques (FL et les races composées maternelles) que chez les agneaux Suffolk et Targhee (Gama et coll., 1991). Cette différence s'accroissait avec l'augmentation de la taille de la portée, surtout parce qu'on constatait un taux de mortalité accru dans les 24 premières heures de vie proportionnel à la taille de la portée chez les races Suffolk et Targhee (Gama et coll., 1991).

Le taux de mortalité des agneaux chez les brebis primipares s'est avéré beaucoup plus élevé que chez les brebis adultes (María et Ascaso, 1999). D'autres résultats ont révélé que le taux de mortalité des agneaux est le plus bas chez les brebis qui agnellent entre l'âge de 1 et 3 ans et augmente chez les brebis plus vieilles (Gama et coll., 1991). Les mêmes auteurs ont découvert que le taux de mortalité d'un régime d'agnelage accéléré est le plus élevé chez les brebis de près de 3 ans et le plus faible chez les brebis plus jeunes et plus vieilles. Toutefois, quand ces effets sont ajustés à la taille de la portée et au poids à la naissance, l'effet de l'âge de la brebis s'estompe (Gama et coll., 1991).

Le taux de mortalité des agneaux est également plus élevé dans les portées de triplets que chez les agneaux uniques ou jumeaux (María et Ascaso, 1999). La taille de la portée en ligne paternelle qui agnelle une fois l'an est associée à une augmentation quadratique du taux de mortalité, c.-à-d. que le taux d'augmentation de la mortalité monte avec l'augmentation de la taille de la portée (Gama et coll., 1991). On a observé que la famine est la principale cause de la mort dans les grosses portées, alors que les maladies respiratoires sont la principale cause de mortalité dans les petites portées (Gama et coll., 1991). Pour certaines races, le taux de mortalité périnatale des agneaux (soit la mortalité à la naissance et pendant les 24 premières heures de vie) est plus élevé chez les jumeaux et les triplets que chez les agneaux uniques (Gama et coll., 1991). Les effets du poids à la naissance peuvent servir d'intermédiaire pour les effets de la taille de la portée sur le taux de mortalité et il y a des variations d'une race à l'autre (Gama et coll., 1991).

Bien que les résultats peuvent varier, on observe souvent que le taux de mortalité des agneaux est le plus bas dans les troupeaux qui agnellent à l'automne, au moment où la taille de la portée est également la plus petite. Ces résultats démontrent clairement que les agneaux des grosses portées risquent plus de mourir au début de leur vie, sans doute à cause d'une combinaison de facteurs. La surveillance accrue ou l'intervention humaine, ou les deux (p. ex., alimentation, mise en parquet) pour ces grosses portées peuvent faire baisser le taux de mortalité.

Effets du poids à la naissance sur la mortalité. On a découvert que le poids à la naissance est le meilleur indicateur de mortalité des agneaux de la naissance au sevrage, alors que les agneaux d'un poids intermédiaire de chaque race avaient le taux de mortalité le plus faible (Gama et coll., 1991). Le poids optimal à la naissance, lorsque le taux de mortalité est le plus faible, varie d'une race à l'autre. Gama et coll. (1991) ont révélé que le poids optimal à la naissance est de 4,4 kg pour les agneaux Finn, 6,4 kg pour les Targhee, 8,0 kg pour les Suffolk, 5,6 kg pour les Dorset et 5,9 kg pour les agneaux Rambouillet. Le taux de mortalité total de la naissance au sevrage augmente avec le poids au-dessus ou au-dessous de ce poids optimal à la naissance. Les agneaux plus petits sont sans doute plus faibles à la naissance, ce qui peut entraver leur capacité d'obtenir assez de lait de la mère et les prédispose aux maladies et à la famine. Le taux de mortalité augmente avec un poids supérieur à la naissance à cause des morts pendant les 24 premières heures de vie, sans doute à cause de la dystocie liée à l'incompatibilité de la taille de l'agneau et de la brebis (Gama et coll., 1991). Par contre, le taux de mortalité de 1 à 60 jours baisse avec le poids supérieur à la naissance chez toutes les races examinées, sauf une chez laquelle les morts par sous-alimentation ont augmenté (Gama et coll., 1991).

L'état nutritionnel de la brebis influence le poids à la naissance de l'agneau. La suralimentation des jeunes brebis pour optimiser leur croissance et les dépôts de graisse entrave la croissance de l'agneau et peut provoquer une naissance prématurée (Wallace et coll., 2006). Un apport élevé en énergie en est la principale cause, et non le niveau de protéines des rations (Wallace et coll., 2006). Par contre, un faible apport en énergie au début de la gestation augmente la prolificité des brebis d'un an, mais provoque un taux de mortalité des agneaux plus élevé pendant les six premières semaines (Muñoz et coll., 2009).

Le gain de poids des brebis pendant les six dernières semaines de la gestation a un lien significatif ($r^2 = 0,92$ et $0,95$) avec le poids à la naissance des agneaux uniques et des jumeaux (Scales et coll., 1986). Une augmentation de 10 kg du poids de la brebis pendant les six

dernières semaines de la gestation a provoqué une hausse de 0,46 kg du poids à la naissance des agneaux uniques et de 0,52 kg des jumeaux (Scales et coll., 1986). Les brebis adultes nourries de maïs ou de drêches sèches de distillerie tendent à avoir des agneaux plus gros à la naissance que celles nourries d'ensilage préfané (Radunz et coll., 2011). Ces changements n'influencent pas la performance des brebis ou le poids au sevrage des agneaux. Les morts par dystocie augmentent avec le gain de poids accru des brebis, particulièrement chez les agneaux uniques, alors que les morts par famine baissent proportionnellement à l'augmentation du poids des brebis (Scales et coll., 1986).

Les restrictions de nutriments durant la dernière partie de la gestation mènent à des agneaux plus légers de 1 kg que chez les brebis nourries à des concentrations élevées de nutriments (Tygesen et coll., 2008). On peut avoir recours à l'échographie pour déterminer le nombre de fœtus et regrouper les brebis pour les nourrir en conséquence (White et Russel, 1984; Russel, 1985). On peut améliorer le taux de survie des agneaux jumeaux en séparant les brebis porteuses de jumeaux et en leur donnant un supplément de nourriture pendant la fin de la gestation (Waterhouse, 1996). Le fait d'augmenter la quantité d'aliments qu'on offre aux brebis pendant la seconde moitié de la gestation peut augmenter le poids fœtal et le tissu adipeux brun (Budge et coll., 2000). Pour que l'agneau nouveau-né maintienne son homéothermie avant qu'il ingère le colostrum, il doit métaboliser son énergie sous forme de graisse brune et augmenter son activité musculaire en tremblant. Les réserves de graisse sont disproportionnellement basses chez les agneaux nés de brebis qui ont été sous-alimentées pendant la gestation. Les agneaux ayant de faibles réserves de graisse ont moins de chance de survie (Nowak et Poindron, 2006).

Complexe sous-alimentation-comportement maternel inadéquat-exposition : Le complexe sous-alimentation-comportement maternel inadéquat-exposition est une cause commune de la mort des agneaux néonataux nés dans un milieu extensif (Broster et coll., 2010); mais cela couvre sans doute une variété beaucoup plus grande de problèmes. Ces trois causes de mort peuvent agir indépendamment, mais il y a souvent association entre elles.

La faim est une sensation normale qui pousse les animaux à chercher et à manger des aliments et n'est pas jugée un problème de bien-être à moins que la prise d'aliments soit inadéquate ou inexistante pendant une période prolongée (Mellor et Stafford, 2004). La sous-alimentation est évidemment associée à une forte faim et à un bien-être compromis. La famine est la principale cause de mortalité néonatale chez les agneaux, en particulier dans les grosses portées, et peut se produire jusque chez 9 % des agneaux (Gama et coll., 1991). La famine se produit lorsque l'agneau n'ingère pas suffisamment de colostrum pendant les 3 premiers jours après la naissance et en particulier pendant les premières heures après la naissance. Il y a plusieurs raisons à cela, notamment la santé et la vigueur de l'agneau, le manque de lait, les anomalies du pis ou l'interruption du lien brebis-agneau pendant les 3 premiers jours de vie (Dennis et Nairn, 1970; Yapi et coll., 1990). On a découvert que la famine est la principale cause de mort, qui compte pour 33,6 % de tous les agneaux autopsiés et près de 50 % des morts postparturition (Dennis, 1974). L'incidence de la mortalité due à la famine augmente avec la taille de la portée de la même façon chez plusieurs races et pour chaque agneau supplémentaire né, le taux de mortalité dû à la famine augmente d'environ 2,2 %.

Le comportement de la brebis avant, pendant et après l'agnelage peut influencer la mortalité de l'agneau, en particulier dans des conditions d'élevage extensif (Nowak, 1996). Le comportement

maternel du mouton, comme chercher un abri et former un lien solide avec ses agneaux, est influencé par la race (Dwyer et Lawrence, 1998). Le comportement maternel inadéquat mène à la mort des nouveau-nés par la famine qui peut être exacerbée par l'exposition au froid. Le comportement maternel inadéquat peut être dû à une variété de raisons liées à l'échec de la formation du lien brebis-agneau (Mellor et Stafford, 2004). Les effets du comportement maternel inadéquat comme la famine et la prédation peuvent réduire le bien-être des agneaux. Les comportements des brebis qui influencent directement le taux de mortalité des agneaux sont l'abandon et l'intérêt pour l'agneau d'une autre brebis avant la naissance de leur propre agneau, bien que la plupart perdent l'intérêt pour les agneaux des autres brebis avant la naissance du leur (Arnold et Morgan, 1975). Les seules quatre brebis qui ont maintenu leur attention sur l'agneau d'une autre ont abandonné les leurs qui, tous, sont morts par la suite (Arnold et Morgan, 1975). Ces résultats étant fondés sur un petit nombre d'animaux, il faut être prudent dans leur interprétation.

Les brebis déplacées du lieu de naissance 30 minutes après la naissance de leur deuxième agneau ont abandonné au moins un agneau, alors que celles gardées en enclos au lieu de naissance pendant six heures après la mise bas n'ont pas abandonné les leurs (Putu et coll., 1988). Le recours aux logettes d'agnelage qui permettent aux brebis de sortir, mais d'empêcher les agneaux de sortir du lieu de naissance, maintiennent la brebis et tous ses agneaux ensemble alors que, autrement, la brebis s'éloignerait avec un ou deux agneaux et abandonnerait les autres (Gonyou et Stookey, 1985). La cabine d'agnelage diminue également la fréquence de l'interférence d'autres brebis chez une brebis parturiente, ce qui aide aussi à réduire les cas de séparation et de vol d'agneaux (Gonyou et Stookey, 1985).

Il est difficile de diagnostiquer l'exposition seule après la mort qui n'est d'ailleurs pas une importante cause de mort (Dennis, 1974). Ces résultats ont été obtenus en Australie-Occidentale où la température est rarement, sinon jamais, comparable à celle des hivers canadiens, et peuvent donc sous-estimer le risque de mortalité des agneaux par exposition au froid. L'énergie métabolique chez les agneaux nouveau-nés augmente sous les températures de 28 °C et, sous les 10 °C, la température de la peau des extrémités chute sous la température de la peau du tronc (Haughey, 1973).

L'hypothermie précède souvent la mort chez les agneaux, mais cette température corporelle réduite n'est pas nécessairement la principale cause de mort, et l'hypothermie même a plusieurs causes (Mellor et Stafford, 2004). On peut considérer l'exposition au froid comme la principale cause de la mort des nouveau-nés en santé. Le taux de mortalité était supérieur chez les agneaux maintenus à 0 °C ou -10 °C par rapport à ceux maintenus à 15 °C ou 10 °C (Olson et coll., 1987). Le froid provoque chez les nouveau-nés une augmentation de la production de chaleur, mais si la température est si basse que la perte de chaleur du corps dépasse la production de chaleur, l'hypothermie peut s'installer dans les 15 à 30 minutes et la mort s'ensuivre en quelques heures (examen de Mellor et Stafford, 2004). Les agneaux nés dans un milieu froid (0 °C ou -10 °C) donnent des signes de faiblesse musculaire modérée à forte, de dépression et de difficulté ou de réticence à téter (Olson et coll., 1987). On a également cerné chez ces agneaux des lésions aux extrémités dues au froid qui peuvent ajouter à leur difficulté de se tenir debout et de marcher (Olson et coll., 1987). L'hypothermie peut également s'installer si l'agneau a un problème de production de chaleur à cause, entre autres, d'une insuffisance placentaire, de l'immaturité à la naissance ou de la famine (Mellor et Stafford, 2004). Les agneaux nouveau-nés

peuvent également faire de l'hypothermie en quelques minutes, puis revenir à une température normale en augmentant la production de chaleur pour compenser la perte de chaleur. Dans d'autres cas, ils peuvent devenir légèrement hypothermiques et demeurer dans cet état plusieurs heures avant qu'il s'améliore ou se détériore pour une variété de raisons, comme une baisse de température ou un défaut du mécanisme de production de chaleur. Les agneaux qui souffrent de stress causé par le froid ont une température rectale normale jusqu'au deuxième jour de leur vie, alors qu'elle baisse chez ceux qui sont maintenus à -10 °C (Olson et coll., 1987). La graisse périnatale à l'âge de 3 jours est considérablement réduite chez les agneaux exposés au froid par rapport à ceux maintenus à une température chaude (Olson et coll., 1987), ce qui peut expliquer la réduction de la température rectale, car les réserves de graisse pour la production de chaleur baissent. Les nouveau-nés peuvent également faire de l'hypothermie plusieurs heures après la naissance à cause d'un allaitement insuffisant ou d'une grave exposition au froid (Mellor et Stafford, 2004).

L'exposition est souvent aggravée par la famine; Haughey (1973) a révélé que 10 des 11 agneaux qu'on empêchait de téter après la naissance et qu'on maintenait dans des salles à 1 °C mouraient, plusieurs dès 2 à 3 heures après la naissance. Neuf agneaux maintenus à la même température, mais qu'on empêchait de téter leur mère ne sont pas morts, ce qui laisse croire que si on les empêche de téter, les agneaux sont plus vulnérables au froid et plus susceptibles de mourir. Plusieurs morts d'agneaux se produisent pendant ou après un temps pluvieux, p. ex., dans une étude, 52 % des agneaux nés les jours de pluie sont morts (Arnold et Morgan, 1975). Presque tous les agneaux morts avaient une température rectale basse 3 heures après leur naissance, ce qui suggère que l'exposition joue au moins un rôle partiel dans la mort des agneaux. L'exposition à de hautes températures peut également causer la mort, car le fait de marcher à découvert pendant la chaleur du jour cause de la détresse chez les agneaux de 3 jours ou moins, avant que les mécanismes homéothermiques soient développés, et l'agneau mourait souvent de fièvre extrême ou de défaillance cardiaque (Arnold et Morgan, 1975).

Martin (2010) explique que le risque de mortalité due à l'hypothermie peut être réduit au moyen de pratiques de gestion comme l'offre d'un abri adéquat pour les nouveau-nés, le séchage des agneaux, la mise d'un manteau isolé, la supervision de l'alimentation des brebis et des agneaux, le contrôle de l'hypothermie chez les nouveau-nés au moyen d'un thermomètre rectal électronique et, au besoin, l'offre de colostrum au moyen d'un tube stomacal. Si la température de l'agneau est extrêmement basse, p. ex., <37 °C, il faut régler l'hypoglycémie par administration d'une injection intrapéritonéale d'une solution de glucose et placer l'agneau dans une cabine chauffée maintenue à 40 °C (Alexander et coll. 1980; Eales, 1982; Eales et coll., 1982a,b,1984; Gregory et coll., 1999; Robinson et coll., 1986).

Importance du colostrum : À leur naissance, les agneaux quittent le milieu stérile de l'utérus et sont exposés à un milieu plein et microorganismes. Ils sont immunologiquement naïfs et, donc, extrêmement vulnérables aux maladies infectieuses jusqu'à ce qu'ils aient consommé suffisamment de colostrum pour offrir une immunité passive aux infections (Dwyer, 2008). L'ingestion et l'absorption des immunoglobines colostrales sont la plus importante source de protection contre les bactéries étrangères pour l'agneau nouveau-né. Le colostrum est ingéré, puis absorbé dans le tube digestif et offre à l'agneau une protection contre la maladie, de l'énergie et d'autres facteurs importants pour sa croissance et son développement. Par exemple, fournir du colostrum peut augmenter leur taux de métabolisme de sommet, ce qui rend les

agneaux moins susceptibles de mourir par temps froid (Eales et Small, 1981). La capacité d'absorber les macromolécules sans distinction baisse pendant les 24 premières heures de la vie de l'animal et est complète après 48 heures sinon avant (McMarthy et McDougall, 1953). Cette absorption baisse également à mesure qu'augmente la concentration d'immunoglobulines ingérées, sans doute à cause de la compétition pour l'absorption.

En général, un niveau d'immunoglobulines supérieur chez l'agneau correspond à une plus faible incidence de maladie et de mortalité. Les agneaux qui survivent à la période néonatale ont un niveau d'immunoglobulines supérieur et six agneaux sur sept morts pendant la première semaine de vie avaient un faible niveau d'immunoglobulines (Ahmad et coll., 2000). La nutrition des brebis peut influencer la production de colostrum (Mellor et Murray, 1985) et, donc, la survie des agneaux. Les brebis nourries par supplément (soit maïs-grains/tourteau de soja ou maïs en grains) pendant qu'elles broutent dans les pâturages pendant 14 jours avant la date prévue de l'agnelage produisent beaucoup plus de colostrum que celles qui broutent seulement (Banchemo et coll., 2009). Les brebis nourries par supplément ont un taux de gras et de protéines plus bas, mais un niveau de lactose supérieur. Le niveau d'immunoglobulines ne différait pas entre les traitements, mais tendait à être supérieur chez les brebis sans supplément (Banchemo et coll., 2009). La survie des agneaux jusqu'à l'âge de 20 jours était supérieure dans les groupes à supplément dans le pâturage.

Dans une étude au Royaume-Uni des troupeaux d'agneaux à l'intérieur, Christley et coll. (2003) ont révélé que la concentration sérique d'immunoglobulines était en relation inverse avec le risque de mortalité entre l'âge de 2 et 14 jours, soit un risque accru lorsque cette concentration est faible. Le fait d'augmenter le poids à la naissance (après avoir tenu compte de la taille de la portée) correspond à une concentration accrue d'immunoglobuline sérique chez l'agneau. Les facteurs cernés qui réduisent la concentration d'immunoglobuline sont la naissance 14 jours après le début de l'agnelage à la ferme, la taille accrue de la portée et la mammite chez la mère. Les pratiques de gestion assurent que l'allaitement sous la mère réduit le nombre d'agneaux qui ne reçoivent pas suffisamment de colostrum (McGuire et coll., 1983). Mellor (1990) a décrit l'importance de s'assurer que les agneaux nouveau-nés reçoivent suffisamment de colostrum et les mesures qu'on peut prendre pour répondre à cette exigence. Au Royaume-Uni, Binns et coll. (2002) ont enregistré dans une étude d'observation que 99 % des éleveurs de moutons donnent du colostrum aux agneaux faibles et que 98 % d'entre eux donnent du colostrum aux agneaux qu'on n'a pas vus téter. « On avait recours au colostrum de la mère quand c'était possible chez 75 % des troupeaux à l'intérieur, au colostrum commun des autres brebis du troupeau chez 56 % des troupeaux et au colostrum de vache chez 32 % des troupeaux. Les pourcentages pour les troupeaux à agnelage à l'extérieur étaient de 69, 50 et 27 %, respectivement. L'offre de colostrum des autres brebis aux agneaux malades se produit plus souvent dans les troupeaux ayant une mortalité postnatale de <3 % que dans les troupeaux ayant un taux de mortalité de >3 %. Il serait avantageux d'approfondir la recherche pour mieux comprendre les moyens d'assurer une prise adéquate de colostrum et l'absorption adéquate d'immunoglobulines.

Les autres sources de colostrum, comme le colostrum bovin, peuvent servir de supplément au colostrum de brebis ou le remplacer. Toutefois, il est important de garder à l'esprit les problèmes que cause leur utilisation, notamment le risque de transmission d'agents pathogènes issus du lait, p. ex., *Mycobacterium avium* sous-espèce paratuberculosis (la cause de la paratuberculose), le virus de la diarrhée virale bovine et le virus de la leucose bovine. Le fait de

chauffer le colostrum bovin à 60 °C pendant 2 heures peut éliminer les bactéries sans influencer la concentration d'immunoglobulines (Godden et coll., 2006). Le risque d'anémie du colostrum de vache est particulièrement préoccupant alors qu'un facteur inconnu dans le colostrum bovin cause une anémie marquée chez les agneaux (Nappert et coll., 1995). Aucun processus de vérification ne peut détecter le colostrum risqué, mais la mise en commun des sources de colostrum et la détection et le traitement rapides des agneaux touchés aideront à prévenir toute mortalité.

Sommaire : La survie des agneaux est régie par une interaction complexe du milieu et des facteurs de susceptibilité individuelle. On peut catégoriser les facteurs de risque et les interventions sous les rubriques suivantes (avec chevauchement) :

Hypothermie – causée par une perte de chaleur excessive (milieu) ou par une production de chaleur défaillante soit par insuffisance placentaire (maladies liées à l'avortement), par hypoxie pendant la mise bas; par un faible poids à la naissance le plus souvent accompagné par des réserves de graisses brunes insuffisantes; par la naissance avant terme (maladies liées à l'avortement) et, enfin, par la famine.

Comportement maternel inadéquat – facteurs de susceptibilité individuelle (race ou ligne génétique inappropriées); agneau d'une brebis primipare; facteurs environnementaux – incapacité à créer des liens à cause des restrictions de l'environnement.

Sous-alimentation de la mère – pendant la gestation (retard de la croissance utérine et qualité et quantité de colostrum) et pendant la lactation (production de lait).

Maladie infectieuse – pendant la gestation (avortement) et après l'agnelage (septicémie, agents de diarrhée, mastite).

Blessures et prédation – mésaventures dans un milieu inapproprié; protection inappropriée contre le milieu.

Adapté de Mellor et Stafford (2004).

Recommandations de recherche :

L'efficacité des procédures de gestion pour réduire le risque de mortalité due à l'hypothermie et suivi à long terme de la santé.

L'efficacité des procédures de gestion pour réduire le risque de maladies dues à l'absorption inadéquate des immunoglobulines du colostrum, notamment l'efficacité des produits de remplacement du colostrum pour la santé à court et long terme de l'agneau.

Systèmes de gestion pour réduire les comportements maternels inadéquats. Il faut plus de recherche sur les méthodes d'amélioration des liens brebis-agneau et de la survie des agneaux.

Références

Ahmad, R., Khan, A., Javed, M. et Hussain, I. (2000) The level of immunoglobulins in relation to neonatal lamb mortality in Pak-Karakul sheep. *Veterinarski Arhiv* 70:129-139.

Alexander, G., Lynch, J. J., Mottershead, B. E. et Donnelly, J. B. (1980) Reduction in lamb mortality by means of grass wind-breaks: results of a five-year study. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 13:329-332.

Alexander, G., Stevens, D., Kilgour, R., de Langen, H., Mottershead, B. et Lynch, J. (1983) Separation of ewes from twin lambs: Incidence in several sheep breeds. *Applied Animal Ethology* 10:301-317.

Arnold, G. et Morgan, P. (1975) Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Applied Animal Ethology* 2:25-46.

Banchero, G.E., Quintans, G., Lindsay, D.R. et Milton, J.T.B. (2009) A *pre-partum* lift in ewe nutrition from a high-energy lick or maize by grazing *Lotus uliginosus* pasture, increases colostrum production and lamb survival. *Animal* 3:1183-1188.

Binns, S. H., Cox, I. J., Rizvi, S. et Green, L. E. (2002) Risk factors for lamb mortality on UK sheep farms. *Preventive Veterinary Medicine* 52:287-303.

Broster, J., Dehaan, R., Swain, D. et Friend, M. (2010) Ewe and lamb contact at lambing is influenced by both shelter type and birth number. *Animal* 4:796-803.

Budge, H., Bispham, J., Dandrea, J., Evans, E., Heasman, L., Ingleton, P. M. et coll. (2000) Effect of maternal nutrition on brown adipose tissue and its prolactin receptor status in the fetal lamb. *Pediatric Research* 47:781-786.

Christley, R. M., Morgan, K. L., Parkin, T. D. H. et French, N. P. (2003) Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Preventive Veterinary Medicine* 57:209-226.

Dennis, S. (1974) Perinatal lamb mortality in Western Australia 2. Non-infectious conditions. *Australian Veterinary Journal* 50:450-452.

Dennis, S. M. et Nairn, M. E. (1970) Perinatal lamb mortality in a merino flock in Western Australia. *Australian Veterinary Journal* 46:272-276.

Dwyer, C. (2008) The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research* 76:31-41.

Dwyer, C. M. et Lawrence, A. B. (1998) Variability in the expression of maternal behaviour in primiparous sheep: Effects of genotype and litter size. *Applied Animal Behaviour Science* 58: 311-330.

Eales, F.A. (1982) Detection and treatment of hypothermia in newborn lambs. *In Practice* 4:20-22.

Eales, F. A. et Small, J. (1981) Effects of colostrum on summit metabolic rate in Scottish Blackface lambs at five hours old. *Research in Veterinary Science* 30:266-269.

Eales, F. A., Gilmour, J. S., Barlow, R. M. et Small, J. (1982a) Causes of hypothermia in 89 lambs. *Veterinary Record* 110:118-120.

Eales, F. A., Small, J. et Gilmour, J. S. (1982b) Resuscitation of hypothermic lambs. *Veterinary Record* 110:121-123.

Eales, F. A., Small, J., Dickson, I. A., Smith, M. E. et Speedy, A. W. (1984). Effectiveness in commercial practice of a new system for detecting and treating hypothermia in newborn lambs. *Veterinary Record*, 114, 469-471.

Fisher, M. et Mellor, D. (2002) The welfare implications of shepherding during lambing in extensive New Zealand farming systems. *Animal Welfare* 11:157-170.

Gama, L., Dickerson, G., Young, L. et Leymaster, K. (1991) Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size, and birth weight on lamb mortality. *Journal of Animal Science* 69:2727-2743.

Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Goyal, S. et coll. (2006) Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science* 89: 3476-3483.

Gonyou, H. et Stookey, J. (1985) Behaviour of parturient ewes in group-lambing pens with and without cubicles. *Applied Animal Behaviour Science* 14, 163-171.

Gregory, N. G., Haslett, S. J. et Pedley, J. C. (1999) Studies on lamb hypothermia using a model lamb. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 42:179-185.

Haughey, K. (1973) Cold injury in newborn lambs. *Australian Veterinary Journal* 49:554-563.

María, G. et Ascaso, M. (1999) Litter size, lambing interval and lamb mortality of Salz, Rasa Aragonesa, Romanov and F1 ewes on accelerated lambing management. *Small Ruminant Research* 32:167-172.

Martin, S. J. (2010) *L'hypothermie chez l'agneau nouveau-né*. Fiche technique du MAAARO. Consultable à l'adresse : <http://www.omafr.gov.on.ca/french/livestock/sheep/facts/98-090.htm>

McGuire, T. C., Regnier, J., Kellom, T. et Gates, N. L. (1983) Failure in passive transfer of immunoglobulin G1 to lambs: measurement of immunoglobulin G1 in ewe colostrums. *American Journal of Veterinary Research* 44:1064-1067.

McCarthy, E. et McDougall, E. (1953) Absorption of immune globulin by the young lamb after ingestion of colostrum. *Biochemistry* 55:177-182.

- Mellor, D. (1990) Meeting colostrum needs of newborn lambs. *In Practice* 12:239, 242-244.
- Mellor, D. J. et Murray, L. (1985) Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science* 39:230-234.
- Mellor, D. et Stafford, K. (2004) Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *The Veterinary Journal* 168:118-133.
- Muñoz, C., Carson, A.F., McCoy, M.A., Dawson, L.E.R., O'Connell, N.E. et Gordon, A.W. (2009) Effect of plane of nutrition of 1- and 2-year -old ewes in early and mid-pregnancy on ewe reproduction and offspring performance up to weaning. *Animal* 3:657-669.
- Nappert, G., Shepherd, G., Archer, J., Haines, D. et Naylor, J. (1995) Bovine colostrum as a cause of hemolytic anemia in a lamb. *Canadian Veterinary Journal* 36:104-105.
- Nowak, R. (1996) Neonatal survival: Contributions from behavioural studies in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 49:61-72.
- Nowak, R. et Poindron, P. (2006) From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development* 46:431-446.
- Nowak, R., Porter, R., Blache, D. et Dwyer, C. (2008) Behaviour and the Welfare of the Sheep. In: *The Welfare of Sheep* (Dwyer, C. ed.). Edinburgh: Springer Science, pp. 81-134.
- Olson, D.P., Parker, C.F., LeaMaster, B.R. et Dixon, J.E. (1987) Responses of pregnant ewes and young lambs to cold exposure. *Canadian Veterinary Journal* 28:181-186.
- Putu, I., Poindron, P. et Lindsay, D. (1988) Early disturbance of Merino ewes from the birth site increases lamb separations and mortality. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production* 17:298-301.
- Radunz, A.E., Fluharty, F.L., Zerby, H.N. et Loerch, S.C. (2011) Winter-feeding systems for gestating sheep I. Effects of pre- and postpartum ewe performance and lamb progeny preweaning performance. *Journal of Animal Science* 89:467-477.
- Robinson, J. B., Okamoto, M., Young, B. A. et Christopherson, R. J. (1986) Metabolic rate and rewarming speed of hypothermic neonatal lambs given thermal assistance or added insulation. *Animal Production* 43:115-120.
- Russel, A. (1985) Nutrition of the pregnant ewe. *In Practice* 7: 23-28.
- Scales, G., Burton, R. et Moss, R. (1986) Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29:75-82.
- Tygesen, M.P., Nielsen, M.O., Norgaard, P., Ranvig, H., Harrison, A.P. et Tauson, A-H. (2008). Late gestational nutrient restriction: Effects on ewes' metabolic and homeorhetic adaptation,

consequences for lamb birth weight and lactation performance. *Archives of Animal Nutrition* 62:44-59.

Wallace, J.M., Milne, J.S., Redmer, D.A. et Aitken, R.P. (2006) Effect of diet composition on pregnancy outcome in overnourished rapidly growing adolescent sheep. *British Journal of Nutrition* 96:1060-1068.

Waterhouse, A. (1996) Animal welfare and sustainability of production under extensive conditions—A European perspective. *Applied Animal Behaviour Science* 49:29-40. White, I.R. et Russel, A.J.F. (1984) Determination of fetal numbers in sheep by real time ultrasonic scanning. *In Practice* 6:200-202.

Yapi, C.V., Boylan, W.J. et Robinson, R.A. (1990) Factors associated with causes of preweaning lamb mortality. *Preventive Veterinary Medicine* 10:145-152.

ALLAITEMENT ARTIFICIEL

Conclusions :

1. **Dans la mesure du possible, il est bénéfique pour les agneaux d'être allaités par leur mère afin qu'ils profitent des avantages du comportement maternel et de l'allaitement normal.**
2. **Lorsque les agneaux sont séparés de leur mère, ils peuvent subir un stress émotionnel.**

Introduction : Dans le cadre du présent rapport, l'allaitement artificiel consiste à donner à l'agneau du lait de brebis ou du lait de remplacement, sans qu'il soit allaité par un animal. Dans certains cas, particulièrement dans les exploitations laitières de brebis, les agneaux sont séparés de leur mère très tôt (entre 0 et 2 jours) et nourris au lait de remplacement au moyen d'un nourrisseur à tétine (Napolitano et coll., 2008). Dans un tel système, les agneaux peuvent également passer graduellement de l'allaitement maternel à l'allaitement artificiel en ayant accès à la tétée une partie de la journée (Sevi et coll., 2003). On recourt également à l'allaitement artificiel en vue de régler un comportement maternel inadéquat réel ou prévu (le retrait systématique d'un triplé, p. ex.). Les agneaux délaissés par leur propre mère ou des agneaux d'une même portée (des triplés ou des quadruplés, p. ex.) qui ont peu de chances d'être nourris par leur mère naturelle peuvent également être allaités artificiellement (Nowak et coll., 2008). On a laissé entendre que le recours à une mère adoptive (une brebis qui a perdu ses agneaux ou une brebis qui n'a qu'un seul agneau, mais qui peut en allaiter deux) était la méthode la plus appropriée pour élever ces agneaux, puisqu'elle permet à l'agneau de bénéficier d'un environnement social très semblable à celui qu'il aurait s'il était allaité par sa propre mère. Cette méthode n'a toutefois pas été quantifiée par les chercheurs (Nowak et coll., 2008). Le comportement maternel inadéquat pose souvent problème lorsqu'on encourage une brebis à adopter un agneau qui n'est pas le sien et le bien-être de la brebis risque d'être compromis lorsqu'on la force ou qu'on l'isole pour qu'elle finisse par adopter l'agneau (Nowak et coll., 2008).

Méthode d'administration du lait : Le lait de remplacement peut être administré par une variété de systèmes, tel un nourrisseur automatisé qui permet aux agneaux de consommer à volonté du lait de remplacement chaud, ou un seau à tétines (Bimczok et coll., 2005). Selon Bimczok et coll. (2005), les agneaux qui pouvaient boire du lait à volonté ont affiché une prise de poids présevrage supérieure à celle d'autres groupes, mais leur poids après sevrage était inférieur à celui des agneaux rationnés. Les auteurs laissent entendre que les agneaux qui ont consommé à volonté du lait de remplacement avaient une plus faible consommation de concentrés et de fourrage avant le sevrage que ceux qui avaient un allaitement rationné, ce qui facilitait la transition de ce dernier groupe (Bimczok et coll., 2005).

On a observé plus souvent des selles liquides chez les agneaux allaités à volonté que chez ceux nourris au moyen d'un distributeur automatisé individuel ou d'un seau (Bimczok et coll., 2005). Aucun autre signe clinique n'a été observé dans la plupart des cas, et on suppose que le phénomène est dû à une consommation plus élevée de lait de remplacement, et à un apport

accru de glucides et de protéines dans l'intestin postérieur causant une chute du pH (Bimczok et coll., 2005).

Le météorisme de la caillette peut survenir dans des situations d'allaitement rationné – généralement lorsqu'un produit de remplacement est administré de façon sporadique (2 à 4 fois par jour) et que l'agneau en absorbe un volume considérable en peu de temps. Le météorisme peut provoquer la mort subite et semble dû à la météorisation de la caillette causé par des gaz qui produisent des bactéries lorsqu'une grande quantité de substrat d'hydrate de carbone en favorise la croissance. Il est possible de réduire l'incidence de la maladie en administrant à volonté du lait de remplacement frais (entre 17 et 20 °C) pour inciter les agneaux à consommer plus souvent de plus petites rations (comme l'allaitement naturel) ou en acidifiant le lait de remplacement en ajoutant entre 0,05 et 0,1 % de formaldéhyde afin d'inhiber la croissance bactérienne (Gorrill et coll., 1975).

Effet sur la santé et sur la productivité : Les agneaux séparés de leur mère à l'âge d'environ deux jours, après avoir absorbé suffisamment de colostrum, ont connu une transformation rapide de la composition du lait en raison de la transition entre le lait maternel par tétée au pis et un substitut de lait commercial administré au moyen d'un seau à tétine (Napolitano et coll., 2008). L'administration de lait de brebis aux agneaux au moyen d'un seau a contribué à réduire les effets préjudiciables de l'allaitement artificiel sur la croissance des agneaux, notamment ceux attribuables aux changements nutritionnels, mais peu de fermes sont en mesure de s'approvisionner en quantité suffisante de lait de brebis à un coût raisonnable pour y parvenir (Sevi et coll., 2003).

L'âge auquel les agneaux sont séparés de leur mère peut influencer sur les réponses anticorps des agneaux allaités artificiellement. Les agneaux séparés de leur mère à l'âge de deux jours et qui ont reçu une injection d'une protéine étrangère (hémocyanine de patelle (KLH) par l'adjuvant complet de Freund) ont démontré, 21 jours après l'immunisation, une diminution des titres d'anticorps plus importante que les agneaux qui étaient demeurés avec leur mère (Caroprese et coll., 2006; Napolitano et coll., 1995). Cette différence n'a pas été notée chez les agneaux séparés de leur mère à l'âge de 15 ou 28 jours.

Les agneaux de 5 jours qui sont séparés graduellement de leur mère pendant le jour, mais qui, pendant 5 jours, ont accès à du lait de remplacement, peuvent subir un ralentissement de croissance, comparativement aux agneaux qui demeurent avec leur mère (Sevi et coll., 2003).

Des poids similaires au sevrage ont été observés chez les agneaux uniques élevés par leur mère et chez les agneaux qui avaient reçu du lait de remplacement à raison de 1,1 kg/agneau/jour en moyenne pendant le premier mois et de 0,43 kg/agneau/jour pendant le deuxième mois (Béchet et coll., 1989). Les agneaux jumeaux élevés par leur mère avaient un poids au sevrage similaire à celui des agneaux alimentés au lait de remplacement à raison de 0,75 kg/agneau/jour pendant le premier mois et de 0,25 kg/agneau/jour pendant le deuxième mois (Béchet et coll., 1989). Les taux de croissance étaient nettement plus élevés chez les agneaux allaités artificiellement que chez ceux nourris par leur mère lorsqu'ils étaient gardés à l'intérieur. Ces différences s'estompaient toutefois lorsque les agneaux étaient mis au pâturage à l'âge de 6 ou 7 semaines (Béchet et coll., 1989).

Effet sur les niveaux de stress et le comportement : Les agneaux allaités artificiellement au moyen d'un seau ne peuvent exprimer leur comportement naturel de tétée. Selon Napolitano et coll. (2008), ce qui engendre des comportements anormaux, en particulier la succion non alimentaire, bien que ce comportement chez les agneaux n'ait pas fait l'objet de la moindre recherche. Ce type de comportement s'observe dès la première administration de lait reconstitué jusqu'au sevrage. La succion non alimentaire chez les agneaux est souvent dirigée vers le nombril ou le scrotum des autres agneaux et généralement lorsqu'ils s'alimentent (Napolitano et coll., 2008). La prise de lait de l'animal qui fait l'objet de la succion peut être perturbée et l'animal qui exprime le comportement anormal peut ingérer moins de lait (Napolitano et coll., 2008). Il est possible d'atténuer ce comportement en nourrissant les animaux à volonté. La succion du nombril peut accroître le nombre d'infections du nombril chez les agneaux qui en font l'objet (Napolitano et coll., 2008).

Les agneaux laissés avec leur mère jusqu'à 2 jours pour leur permettre d'absorber du colostrum et qui en sont brusquement séparés subissent un stress émotionnel perceptible causé par la séparation de la mère et l'absence de stimulus maternel (Napolitano et coll., 1995). On a également noté une augmentation marquée des concentrations de cortisol plasmatique chez les agneaux séparés de leur mère dans les 15 minutes suivant la séparation, mais cette réponse n'était plus apparente 45 minutes après la séparation (Napolitano et coll., 1995). Les agneaux ont également été séparés graduellement de leur mère dès l'âge de cinq jours. Ils étaient retirés de leur mère pendant le jour puis remis en sa présence pendant la nuit pour une période additionnelle de cinq jours, au terme de laquelle ils ont été complètement séparés de leur mère. Ces agneaux ont démontré des troubles comportementaux, immunologiques et endocriniens (Sevi et coll., 2003). Les agneaux qui ont été graduellement séparés de leur mère ont manifesté davantage de comportements de repli dans le cadre d'un test d'isolement dans un nouvel environnement que les agneaux allaités par leur mère ou allaités artificiellement, ce qui, selon les auteurs, est attribuable à un manque de vitalité causé par une prise de lait inférieure et à un stress émotionnel causé par l'interruption du lien mère-enfant (Sevi et coll., 2003).

Les agneaux allaités artificiellement ont réagi de la même façon que les agneaux allaités par une brebis lorsqu'ils ont été soumis à un test en terrain libre où ils étaient isolés (Caroprese et coll., 2006). Cette réponse n'était pas différente que les agneaux soient manipulés ou non en douceur. Comme l'isolement est un événement stressant pour les ovins, un tel résultat n'est pas particulièrement inattendu.

Résumé : Dans certaines situations de gestion, il est nécessaire d'allaiter les agneaux artificiellement, notamment lorsqu'il s'agit d'une exploitation de brebis laitières ou lorsqu'un agneau est trop faible pour être élevé par une brebis. Il faut privilégier l'allaitement croisé le plus possible, sachant qu'il n'est pas approprié dans certaines situations. Lorsqu'on décide d'allaiter un agneau artificiellement, il est important de s'assurer qu'il reçoit suffisamment de colostrum. Un système d'allaitement à volonté au moyen d'un nourrisseur à tétines, donnant libre cours au comportement de succion peut contribuer à prévenir les troubles digestifs et de succion non alimentaire. Le nettoyage en profondeur des systèmes d'alimentation chaque jour prévient la croissance de bactéries pathogènes. Le recours aux systèmes d'allaitement rationné exige une attention particulière aux fréquences d'allaitement appropriée, à la prévention de la succion non alimentaire et à la prévention du météorisme de la caillette.

Recommandations de recherches :

Les répercussions de l'allaitement artificiel sur le bien-être par rapport à la tétée normale sur les comportements dans le groupe.

Les répercussions des méthodes utilisées pour l'allaitement croisé sur le bien-être. Davantage de recherche sur la survie et sur la croissance des agneaux soumis à l'allaitement croisé en vertu de différents systèmes.

Références

Béchet, G., Thériez, M. et Prache, S. (1989) Feeding behaviour of milk-fed lambs at pasture. *Small Ruminant Research* 2:119-132.

Bimczok, D., Röhl, F. et Ganter, M. (2005) Evaluation of lamb performance and costs in motherless rearing of German Grey Heath sheep under field conditions using automatic feeding systems. *Small Ruminant Research* 60:255-265.

Caroprese, M., Napolitano, F., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Musto, M. et Sevi, A. (2006) Influence of gentling on lamb immune response and human-lamb interactions. *Applied Animal Behaviour Science* 99:118-131.

Gorrill, A., Nicholson, J. et MacIntyre, T. (1975) Effects of formalin added to milk replaces on growth, feed intake, digestion and incidence of abomasal bloat in lambs. *Canadian Journal of Animal Science* 55:557-563.

Napolitano, F., De Rosa, G. et Sevi, A. (2008) Welfare implications of artificial rearing and early weaning in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 110:58-72.

Napolitano, F., Marino, V., De Rosa, G., Capparelli, R. et Bordi, A. (1995) Influence of artificial rearing on behavioural and immune response of lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 45:245-253.

Nowak, R., Porter, R., Blache, D. et Dwyer, C. (2008) Behaviour and the Welfare of the Sheep. In: *The Welfare of Sheep* (Dwyer, C. ed.). Edinburgh: Springer Science, pp. 81-134.

Sevi, A., Caroprese, M., Annicchiarico, G., Albenzio, M., Taibi, L. et Muscio, A. (2003) The effect of a gradual separation from the mother on later behavioural, immune and endocrine alterations in artificially reared lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 83:41-53.

SEVRAGE (sevrage précoce)

Conclusions :

1. **Les réactions de stress des agneaux sevrés à l'âge de 50 jours sont plus importantes que celles des agneaux sevrés à l'âge de 100 jours.**
2. **Le sevrage abrupt à tout âge avant le sevrage naturel est susceptible de causer du stress. Le lien naturel entre la brebis et l'agneau s'affaiblit à mesure que l'agneau vieillit, ce qui tend à indiquer qu'un sevrage tardif cause moins de stress à la brebis et à l'agneau, mais peu de recherches ont été effectuées pour appuyer cette affirmation.**
3. **Le sevrage à l'âge de 28 jours ou plus tôt exige une attention particulière au régime de l'agneau dont la panse n'est pas pleinement développée.**

Introduction : Chez les ovins, le sevrage naturel se produit lorsque la brebis empêche son agneau de téter. Le sevrage naturel se produit généralement lentement lorsque la brebis empêche complètement l'agneau qui a entre 125 et 160 jours de téter, âge qui variera selon la teneur en protéines du régime et la race des ovins (Arnold et coll., 1979). Ce sevrage naturel de lait n'entraîne généralement pas la séparation sociale immédiate induite par le sevrage artificiel. Par conséquent, en production ovine, le sevrage entraîne à la fois l'adaptation du comportement naturel de tétée et la modification de l'environnement social de l'agneau. Le sevrage exige la séparation de la brebis et de son agneau et, bien souvent, un changement majeur du régime de l'agneau. Il n'y a pas d'âge particulier dans la littérature généralement associé au « sevrage précoce » par opposition au « sevrage tardif ». Le sevrage se produit généralement lorsque les agneaux sont âgés de trois mois, bien que les puînés puissent être beaucoup plus jeunes si tous les agneaux sont élevés ensemble (Nowak et coll., 2008). Dans les exploitations laitières, les agneaux sont souvent séparés de leur mère dès qu'ils atteignent quatre semaines ou, dans certains cas, peu de temps après leur naissance, quoique ces agneaux seraient alors allaités artificiellement et non considérés comme sevrés. Peu de recherches sont consacrées à l'âge de sevrage chez les ovins et, dans la plupart des cas, on compare au moins deux âges de sevrage, bien que le plus jeune ne soit pas toujours considéré comme un « sevrage précoce ». Les âges de sevrage utilisés sont présentés ici, si possible, pour mettre en contexte chacune des études.

Effet sur la santé et sur la productivité : Certains ont avancé, Dwyer (2008), p. ex., que les agneaux sevrés précocement risquent davantage de contracter une maladie que les agneaux sevrés tardivement. Bien que ce soit possible, les preuves sont insuffisantes.

Les agneaux commencent à consommer des aliments solides entre deux et quatre semaines. Cette consommation d'aliments solides stimule le développement du rumen et la rumination commence autour de 21 jours (Walker, 1959, cité par Eadie, 1962). Le pH de la panse est un facteur déterminant du développement de la flore de la panse (Eadie, 1962), bien que le processus ne soit pas complètement compris. L'âge ne semble pas aussi important que la consommation d'aliments solides dans le développement morphologique de la panse (Lane et coll., 2000).

Des recherches menées par Agriculture Canada (Ainsworth et coll., 1987) ont indiqué que, selon les résultats de production, les agneaux peuvent être sevrés dès l'âge de 21 jours. Les agneaux sevrés à cet âge perdent généralement du poids ou n'en prennent pas pendant la première semaine suivant le sevrage, probablement en raison du sous-développement de la panse. Cette interruption de croissance est presque éliminée lorsque le sevrage est retardé jusqu'à l'âge de 28 jours. Selon Ainsworth et coll. (1987), le sevrage à 21 jours constitue un choix économique pour les agneaux alimentés au lait de remplacement artificiel, puisque l'interruption de croissance est moins coûteuse que la quantité supplémentaire de lait de remplacement nécessaire pour la prévenir. Les agneaux sevrés à ces âges précoces ont besoin d'une alimentation initiale de haute qualité pour que ce rendement soit maintenu. Bien que la plupart des agneaux puissent s'adapter au sevrage dès l'âge de 21 jours, les agneaux de moins de 6 kg bénéficient d'une semaine supplémentaire de lait de remplacement (Ainsworth et coll., 1987).

Les niveaux de production des agneaux sevrés précocement varient en fonction des niveaux de nutriments. Les agneaux sevrés à 7, 10, 13 et 18 semaines croissent aussi bien et les caractéristiques de carcasses ne sont pas différentes lorsque les agneaux paissent dans des pâturages à haute teneur en protéines (Wardrop et coll., 1960). En revanche, les agneaux sevrés à 8 semaines et paissant dans des pâturages en préfloraison et en floraison n'ont pas grossi aussi bien que les agneaux non sevrés et présentaient des caractéristiques de carcasse inférieures (Wardrop et coll., 1960). Les agneaux sevrés à 2 ou 3 mois se sont comportés de la même façon que les agneaux sevrés plus tardivement lorsqu'ils étaient nourris de luzerne granulée (Ruttle, 1971). Les agneaux peuvent passer aux aliments solides dès l'âge de 28 jours; leur panse n'est toutefois pas complètement développée et ils peuvent subir un retard de croissance (Nowak et coll., 2008). Par conséquent, il semble que la nutrition suivant le sevrage précoce soit importante, du moins sur le plan de la productivité des agneaux. On ne peut pas déterminer clairement si le changement nutritionnel au sevrage expose l'agneau à un stress important ou si seule la production risque d'être touchée.

États affectifs : Selon Napolitano et coll. (2008), le sevrage des agneaux à trois mois a nui à leur bien-être, mais ces auteurs n'ont pas présenté de preuves solides pour établir qu'un sevrage à un âge précoce était pire pour le bien-être des agneaux qu'un sevrage tardif.

La quantité de bêlements aigus des brebis et des agneaux a sensiblement augmenté par rapport aux niveaux de base dans la première heure de la séparation des brebis et des agneaux lorsqu'ils ont été séparés pour la première fois à 3,5 semaines (Orgeur et coll., 1998). Les vocalisations se sont produites à un rythme accru pendant les deux premiers jours suivant le sevrage, particulièrement chez les agneaux (Orgeur et coll., 1998). Les brebis desquelles les agneaux ont été abruptement sevrés ont émis des vocalisations normales le deuxième jour suivant le sevrage, ce qui laisse entendre qu'elles se sont adaptées au sevrage plus rapidement que les agneaux (Orgeur et coll., 1998). Les agneaux séparés de leur mère entre 20 et 22 jours, mais gardés avec leur jumeau biologique ont moins vocalisé que les agneaux gardés avec des agneaux d'un autre âge (Porter et coll., 1995). Il semble que les agneaux jumeaux ont un sentiment de familiarité les uns avec les autres et que le fait de permettre à des jumeaux de rester en contact au sevrage réduit leur niveau de stress.

Sowińska et coll. (2001) ont observé une plus grande réponse en cortisol chez les agneaux sevrés à l'âge de 50 jours, comparativement à ceux sevrés à l'âge de 100 jours, ce qui laisse entendre que le sevrage plus précoce expose les agneaux à un niveau plus élevé de stress.

Pérez-León et coll. (2006) ont démontré que le stress éprouvé par les brebis au moment du sevrage à huit semaines, du fait d'être séparées de leurs agneaux, pourrait être partiellement atténué par l'administration d'hormones visant à induire des chaleurs, en présence de béliers, le jour du sevrage. Cela suggère que la pratique d'induction hormonale de l'oestrus le jour du sevrage qui s'inscrit souvent dans le cadre d'un système d'agnelage accéléré, pourrait réduire chez la brebis le stress qui survient après le retrait de ses agneaux.

Résumé : Il peut y avoir des avantages sur le plan de la prophylaxie des maladies au sevrage des agneaux entre 50 et 60 jours, plutôt que de laisser plus longtemps les agneaux avec les brebis (100 jours, p. ex.). Le sevrage à cet âge peut contribuer à contrôler les expositions à des agents pathogènes particuliers. Par exemple, il est difficile de gérer l'exposition à des pâturages contaminés par des parasites gastro-intestinaux lorsque les agneaux têtent les brebis. Le sevrage peut contribuer à réduire cette exposition. Le sevrage à 2 mois a peu d'effet sur les agneaux et il peut même s'avérer prudent de gérer séparément les brebis et les agneaux après cet âge. Ce qu'il faut, c'est davantage de recherches sur les méthodes de réduction du stress chez les brebis et les agneaux au moment du sevrage.

Recommandations de recherches :

Les conséquences de l'âge de sevrage de l'agneau sur le plan du bien-être et les conséquences sur le rendement et de l'agneau et de la brebis.

Il ne s'est fait pratiquement aucune recherche sur les conséquences du sevrage forcé, c'est-à-dire le retrait des brebis des agneaux (ou inversement). Malgré les inconvénients que présente le sevrage naturel au chapitre du contrôle des maladies et de la reproduction, il conviendrait d'étudier le développement de méthodes de sevrage plus naturelles chez les ovins.

Les conséquences des méthodes de sevrage utilisées après l'allaitement artificiel sur le plan du bien-être.

Références

Ainsworth, L., Heaney, D.P., Fiser, P.S., Langford, G.A., Shrestha, J.N.B. et Leger, D.A. (1987) *Research and Technology for Increasing the Efficiency and Output of Lamb Production*. Ottawa: Agriculture Canada.

Arnold, G., Wallace, S. et Maller, R. (1979) Some factors involved in natural weaning processes in sheep. *Applied Animal Ethology* 5:43-50.

Dwyer, C.M. (2008) The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research* 76:31-41.

Eadie, J.M. (1962) The development of rumen microbial populations in lambs and calves under various conditions of management. *Journal of General Microbiology* 29:563-578.

- Lane, M.A., Baldwin, R.L. 6th et Jesse, B.W. (2000) Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatment. *Journal of Animal Science* 78:1990-1996.
- Napolitano, F., De Rosa, G. et Sevi, A. (2008) Welfare implications of artificial rearing and early weaning in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 110:58-72.
- Nowak, R., Porter, R., Blache, D. et Dwyer, C. (2008) Behaviour and the Welfare of the Sheep. In: *The Welfare of Sheep* (Dwyer, C. ed.). Edinburgh: Springer Science, pp. 81-134.
- Orgeur, P., Mavric, N., Yvone, P., Bernard, S., Nowak, R., Schaal, B., et coll. (1998) Artificial weaning in sheep: consequences on behavioural, hormonal and immune-pathological indicators of welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 58:87-103.
- Pérez-León, I., Orihuela, A., Lidfors, L. et Aguirre, V. (2006) Reducing mother-young separation distress by inducing ewes into oestrus at the day of weaning. *Animal Welfare* 15:383-389.
- Porter, R., Nowak, R. et Orgeur, P. (1995) Influence of a conspecific agemate on distress bleating by lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 45:239-244.
- Sowińska, J., Brzostowski, H., Tański, Z. et Czaja, K. (2001) The weaning stress response in lambs of different age. *Czech Journal of Animal Science* 46:465-468.
- Ruttle, J. (1971) Influence of sex and type of birth on performance of early weaned lambs. *Journal of Animal Science* 32:974-976.
- Walker D. M. (1959) The development of the digestive system of the young animal. 111. Carbohydrase enzyme development in the young lamb. *Journal of Agricultural Science* 53:374.
- Wardrop, I., Tribe, D. et Coombe, J. (1960) An experimental study of the early weaning of lambs [abstract]. *The Journal of Agricultural Science* 55:133-136.

6. PROCÉDURES DOULOUREUSES

INTRODUCTION

La présente revue couvre les procédures de routine susceptibles de causer de la douleur chez les ovins, en particulier la caudectomie, la castration et le marquage d'oreille. D'autres procédures, telles l'électroéjaculation, les biopsies rectales et les interventions chirurgicales à la ferme, qui sont considérées comme étant des procédures ne pouvant être effectuées que par des vétérinaires, ne sont par conséquent pas visées par la présente revue. L'annexe 2 contient des tableaux récapitulatifs qui présentent les résultats des différentes études citées dans la présente revue.

Reconnaissance et évaluation de la douleur chez les ovins. Plusieurs procédures de gestion visant les ovins sont potentiellement douloureuses — voir la liste fournie par Bath (1998). De nombreuses publications contiennent des renseignements utiles sur l'évaluation de la douleur chez les ovins à la suite de diverses procédures. L'évaluation de la douleur chez les animaux demeure toutefois difficile et subjective (Bath, 1998). Molony et Kent (1997) ont décrit ainsi la douleur chez l'animal : « une expérience aversive sur le plan sensoriel et émotif représentant chez l'animal une certaine reconnaissance du dommage ou de la menace à l'intégrité de ses tissus; elle change la physiologie et le comportement de l'animal afin de réduire ou d'éviter le dommage, de réduire la probabilité de réapparition et de favoriser le rétablissement ». Fait important à noter, Molony et Kent (1997) ont affirmé qu'étant donné qu'il est impossible de mesurer directement des expériences subjectives, l'évaluation de la douleur animale est nécessairement un jugement de valeur reposant sur des indices physiologiques et comportementaux visant à apporter indirectement la preuve de cet état mental particulier. Outre leurs rapports de synthèse (Molony et Kent, 1997), Kent et Molony ont conçu un site Web (<http://www.vet.ed.ac.uk/animalpain/>) qui propose des lignes directrices sur la reconnaissance et l'évaluation de la douleur animale.

Les mammifères, comme les ovins, sont censés être capables de ressentir une certaine forme de douleur étant donné qu'ils ont, comme les humains, la même neurophysiologie qui permet de détecter les dommages et de traiter cette information dans leur système nerveux central et qu'ils se comportent dans des situations que les humains jugeraient douloureuses de la même façon dont ces derniers réagiraient (Bateson, 1991).

Une réaction à la douleur est enclenchée par des récepteurs (nocicepteurs) qui réagissent à la chaleur, à la pression et à des stimuli chimiques et qui produisent un signal qui est transmis au cerveau; ce processus est appelé nociception. Les composantes anatomiques (terminaisons nerveuses et voies nerveuses) et chimiques nécessaires à la nociception sont communes à l'homme et aux animaux. Pour que les animaux et les humains puissent percevoir la douleur comme une expérience émotionnelle désagréable, le cerveau doit pouvoir interpréter l'information sensorielle qu'il reçoit (Robertson, 2002).

Bateson (1991) alléguait que plusieurs animaux, dont les ovins, présentent les similitudes suivantes avec l'homme qui confirment la probabilité que les ovins soient capables de ressentir la douleur :

- 1) Possession de récepteurs sensibles aux stimuli nuisibles situés dans des endroits fonctionnellement utiles sur ou dans le corps.
- 2) Possession de structures cérébrales analogues au cortex cérébral humain.
- 3) Possession de voies nerveuses qui relient les récepteurs nociceptifs à des structures cérébrales plus développées.
- 4) Possession de récepteurs de substances opioïdes présents dans le système nerveux central, particulièrement le cerveau.
- 5) Des analgésiques modifient la réaction aux stimuli nocifs et sont choisis par l'animal lorsque l'expérience est inévitable.
- 6) Réaction aux stimuli nocifs en les évitant ou en minimisant les dommages au corps.
- 7) L'évitement de stimuli nocifs est relativement inélastique.
- 8) La réaction aux stimuli nocifs persiste et l'animal apprend à associer des événements neutres à des stimuli nocifs.

Les réponses comportementales des ovins à des procédures comme la castration sont similaires aux réactions comportementales de l'homme à la douleur aiguë, à savoir, des tentatives vigoureuses et coordonnées d'évasion ou de suppression de la source de stimulation intense. Les réponses physiologiques associées à la douleur aiguë s'observent tant chez l'homme que chez l'animal, notamment l'augmentation ou la diminution de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque, l'augmentation du rythme respiratoire (halètement), l'augmentation de la température corporelle, la sudation et l'augmentation du tonus musculaire (Bateson, 1991). Dans certaines situations, toutefois, il arrive que des humains et des animaux n'aient pas de réaction vive à la douleur, mais plutôt un comportement normal ou inactif attribuable à une inhibition neurale, comme l'immobilité.

Les paramètres de l'axe hypothalamo-hypophysé-surrénalien (HHS) et du système nerveux sympathique servent à évaluer la détresse. « Ils ne mesurent pas la douleur, mais donnent une indication du caractère désagréable de l'expérience sur les plans émotionnel et physique » (Mellor et Stafford, 2000). Des changements dans les concentrations endocriniennes plasmatiques, le cortisol p. ex., ne peuvent servir à évaluer avec certitude la douleur, puisque de telles réponses surviennent également dans plusieurs autres situations (Bath, 1998). Les réponses en matière de cortisol plasmatique après la castration et la caudectomie suivent souvent de près le déroulement temporel des changements de posture et d'activité chez l'agneau (Kent et coll., 1993). La pertinence de ces paramètres comportementaux et physiologiques dans l'évaluation de la douleur à la suite d'une procédure se reconnaît aux réductions quantitatives dans ces réponses lorsque la procédure est exécutée à la suite d'une anesthésie locale efficace visant à réduire les impulsions nerveuses au site de l'intervention. Puisque de nombreux facteurs peuvent influencer sur les concentrations de cortisol plasmatique après une procédure, le mode le plus utile de quantification et de comparaison de la réponse relative aux différentes procédures consiste à calculer l'aire sous la courbe de réponse (réponse intégrée), qui combine l'ampleur et la durée (Rutherford, 2002).

Les changements de la fréquence à l'EE qui indiquent un changement de l'activité électrique corticale sont autant de paramètres physiologiques utiles qui peuvent traduire la perception cognitive de la douleur (Barnett, 1997). Après une procédure, la sensibilité accrue aux stimuli nocifs, la chaleur (hyperalgie) p. ex., ou aux stimuli non nocifs, la sensibilité tactile (allodynie) p. ex., peut survenir au site de la blessure et même à des sites plus éloignés (lorsqu'il y a

activation continue des nocicepteurs dans la région atteinte). La mesure du seuil nociceptif, c.-à-d. le point auquel la stimulation d'un site provoque une réponse, peut s'avérer utile pour évaluer la douleur (Rutherford, 2002).

Comme l'ont décrit les travaux de Molony et Kent (1997), une activité comportementale accrue qui ressemble à une tentative pour réduire la douleur, y compris l'agitation, la ruade, le piétinement, le roulement, le saut, le fléchissement des membres postérieurs, le léchage ou la morsure du site de la lésion et l'agitement de la queue, peut survenir à la suite d'une procédure douloureuse. Un indice combiné d'activités d'agitation, de roulement, de piétinement/ruade et de fléchissement des postérieurs s'est avéré un indicateur utile de douleur à la suite d'une caudectomie ou d'une castration à l'aide d'anneaux de caoutchouc chez les agneaux (Molony et Kent 1997; Kent et coll., 1998). À la suite de telles réponses actives, un agneau change souvent sa stratégie pour endurer la douleur en passant d'une réponse active à une réponse passive afin de réduire la douleur. Comme l'ont mentionné Molony et Kent (1997), « un changement volontaire de posture après la castration peut se traduire par l'immobilité pour éviter ou réduire la stimulation des tissus hyperalgésiques ». D'autres changements de posture peuvent être involontaires, une castration à l'anneau de caoutchouc, p. ex., peut entraîner une réponse réflexe qui augmente le tonus musculaire et, par conséquent, entraîne la pleine extension des pattes arrière (voir Wood et Molony, 1992).

Molony et coll. (1993) ont interprété comme suit les changements comportementaux en réponse à des procédures douloureuses :

- 1) un accroissement de l'agitation indique généralement un accroissement de la douleur;
- 2) un décubitus latéral indique généralement une douleur plus vive qu'un décubitus ventral;
- 3) l'extension des pattes arrière, plutôt que la flexion, indique une douleur plus vive;
- 4) une anomalie plus importante de la station debout ou de la démarche, y compris l'ataxie, l'oscillation et la chute, indique une douleur plus vive.
- 5) une posture statique debout ou allongée peut réduire la douleur et, à tout moment, un agneau qui se tient debout sans bouger est considéré comme éprouvant moins de douleur qu'un agneau qui se déplace de manière anormale;
- 6) tout comportement rarement observé dans le groupe témoin peut être jugé anormal.

Il est également possible d'évaluer subjectivement l'intensité des réponses des ovins à la douleur au moyen de cotes qualitatives sur une échelle de classement. Un score numérique peut être attribué sur la base d'un ensemble de descripteurs ou décrit au moyen d'une échelle visuelle analogue (Fitzpatrick et coll., 2006). Un score sur une échelle visuelle analogue correspond à une estimation par un observateur de l'intensité de la douleur enregistrée sous forme de distance mesurée sur une échelle qui représente un continuum d'expériences, passant d'aucune douleur à la douleur la plus aiguë.

Comme l'ont mentionné Mellor et Stafford (2000), il peut être utile de comprendre les réponses physiologiques et pathologiques à la castration et la caudectomie au moment de l'interprétation des résultats des études qui ont comparé différentes méthodes. Il existe souvent une corrélation entre l'importance des dommages ou de la blessure et la sensation de douleur et sa durée (Robertson, 2002). Les méthodes de castration et de caudectomie qui entraînent des lésions

tissulaires immédiates (la chirurgie, la pince et le fer chaud, p. ex.) déclenchent des influx nerveux dans les voies de la douleur. L'inflammation qui se produit après l'intervention chirurgicale provoque une douleur supplémentaire (Mellor et Stafford, 2000). La réponse à une lésion tissulaire induit une réponse inflammatoire locale et systémique (du corps tout entier), à savoir une augmentation sérique des protéines de phase aiguë, telle l'haptoglobine. La réponse inflammatoire entraîne une série de changements des tissus vasculaires et interstitiels qui augmentent la circulation sanguine de la région affectée et provoque des rougeurs, de la chaleur, de la douleur, de l'enflure et une perte de fonction. La douleur émane de la stimulation des terminaisons nerveuses par des cytokines et d'autres médiateurs de l'inflammation (y compris l'histamine, les prostaglandines et les facteurs de croissance) libérés par les cellules atteintes, les terminaisons périphériques des neurones sensoriels et les cellules inflammatoires (Viñuela-Fernández et coll., 2007). La douleur peut également être causée par l'enflure associée à la pression accrue exercée sur les exsudats inflammatoires au site de la lésion. L'inflammation peut également provoquer l'hyperalgésie. Certaines techniques, comme les anneaux de caoutchouc, peuvent provoquer une réponse nerveuse initiale en raison de la pression exercée sur les récepteurs. Dès que la constriction des vaisseaux sanguins entraîne des lésions tissulaires, une seconde réponse douloureuse survient. L'utilisation d'une pince (Burdizzo, p. ex.) pour écraser les tissus risque d'endommager les nerfs sous-jacents et d'interrompre la transmission d'impulsions nerveuses sensorielles dans la partie distale de l'écrasement. Les méthodes chirurgicales provoqueront une réponse initiale à la douleur aiguë dès l'incision qui sera suivie du développement de l'inflammation et de la douleur qui y est associée. La cautérisation thermique a déjà été courante dans la pratique de la médecine humaine pour réduire les hémorragies, les infections et la douleur. Le recours à la cautérisation thermique chez les agneaux peut provoquer une réponse initiale à la douleur, mais si les récepteurs de la douleur sont brûlés, l'intensité de la douleur qui se serait autrement produite à la suite de la lésion tissulaire risquerait d'être réduite (Mellor et Stafford, 1999; 2000).

Bien que la castration ou la caudectomie risquent d'entraîner des conséquences à long terme, comme la douleur chronique, l'hyperalgésie, la douleur illusionnelle et la douleur neuropathique (Wood et Molony, 1992), ces procédures ont fait l'objet d'aucune étude approfondie. « L'apparition de douleur chronique peut être attribuable à une résorption lente de l'inflammation dans les tissus lésés ou à des changements physiopathologiques des seuils de la douleur ou aux informations des récepteurs nociceptifs des tissus cicatrisés, comme c'est le cas avec l'hyperalgésie ou la douleur illusionnelle » (Mellor et Stafford, 2000).

Méthodes visant à améliorer le bien-être par rapport aux procédures douloureuses

- 1) Trouver une autre solution de gestion pour éviter la procédure douloureuse.
- 2) Améliorer les méthodes existantes (Molony et coll., 1997).
- 3) Réduire la douleur au moyen d'une anesthésie locale ou préopératoire au moyen d'analgésiques (Molony et coll., 1997).
- 4) Développer de nouvelles méthodes qui réduisent ou abolissent la douleur (Molony et coll., 1997).
- 5) Dans la mesure du possible, effectuer la procédure sur un agneau à l'âge auquel il est moins susceptible d'éprouver de la douleur ou de la détresse (Mellor et Stafford, 1999).
- 6) Utiliser une méthode qui nécessite un niveau minimal de manipulation et de contention et ramener les agneaux le plus rapidement possible à leur mère (Mellor et Stafford, 1999).

Méthodes pharmacologiques de réduction de la réponse à la douleur induite par les procédures (anesthésie et analgésie) : Les injections d'anesthésiques locaux (AL) bloquent la transmission de l'influx nerveux le long des nerfs touchés pendant toute la durée de l'action de l'anesthésique, soit 2 heures pour la lignocaïne (Dinniss et coll., 1997) et 3 heures pour la bupivacaïne (Molony et coll., 1997). Il est possible d'assurer une certaine analgésie (maîtrise de la douleur) chez les ovins au moyen d'agonistes des récepteurs alpha-2 adrénergiques (xylazine) (Grant et coll., 1996; Scott et coll., 1994). L'administration d'un anti-inflammatoire non stéroïdien systémique (AINS) permet de réduire la douleur associée à l'inflammation (Graham et coll., 1997). Voir Meintjes (2012) pour une revue de l'utilisation des analgésiques chez les animaux.

Au Canada, il existe peu de ces médicaments à des fins vétérinaires. Ils sont tous uniquement disponibles sur ordonnance vétérinaire et exigent une période de retrait avant l'abattage. Les médicaments suivants sont homologués à des fins d'utilisation chez les animaux destinés à l'alimentation et sont disponibles sur ordonnance vétérinaire. Pour l'anesthésie locale, le chlorhydrate de lidocaïne avec ou sans épinéphrine est le seul produit homologué à des fins d'utilisation chez les animaux (période de retrait de la viande de 5 jours chez les ovins). Aucune formule par vaporisation topique n'est homologuée à des fins d'utilisation chez les animaux. La xylazine est disponible, mais n'est pas homologuée à des fins d'utilisation chez les ovins. De plus, aucun AINS n'est homologué en vue de son utilisation sur des ovins. Les médicaments homologués à des fins d'utilisation chez les bovins comprennent la flunixin (voie d'administration IV uniquement chez les bovins), le kétoprofène (IV ou IM chez les bovins) et le méloxicam (IM ou SC chez les bovins). Tous ces médicaments doivent être prescrits par un vétérinaire breveté dans le cadre d'une véritable relation vétérinaire-client-patient. Le diclofénac et le carprofène ne sont pas disponibles pour un usage vétérinaire au Canada. Les informations relatives à un type d'AINS ne doivent pas nécessairement être interprétées comme exactes pour un autre AINS.

Effets de l'âge : Aucune donnée n'indique que les jeunes agneaux sont moins susceptibles d'éprouver de la douleur que les agneaux plus âgés (Mellor & Stafford, 1999). Les agneaux nouveau-nés sont réputés être neurologiquement matures et sensibles et, par conséquent, être en mesure d'éprouver des sensations nuisibles ou autres et de souffrir en réponse à des procédures douloureuses (Mellor & Diesch, 2006). Cependant, il existe une recommandation commune à plusieurs pays selon laquelle, dans la mesure du possible, les procédures, telles la castration et la caudectomie, devraient être effectuées sur des agneaux dès le plus jeune âge possible. La quantité de lésions tissulaires est susceptible d'être plus importante et, par conséquent, de mettre plus de temps à guérir chez les agneaux plus âgés et plus gros que chez les agneaux plus jeunes (Stafford, 2007). D'autres considérations pragmatiques à la recommandation de procédures sur des agneaux plus jeunes plutôt que sur des agneaux plus âgés portent sur la facilité de manipulation et sur la minimalisation des pertes de production (Johnson et coll., 2005). Toutefois, les influences potentielles de l'âge sur le choix du moment des procédures peuvent s'exercer dans le sens opposé. L'interruption de la prise de colostrum chez les agneaux de moins d'un jour, par exemple, n'est pas souhaitable. Dans les grandes exploitations, l'interruption du lien entre l'agneau et sa mère avant que les agneaux n'aient atteint l'âge de 4 à 6 semaines à la suite du regroupement des ovins en vue de procédures, telles la castration et la caudectomie des agneaux, pourrait provoquer un comportement maternel inadéquat (Thornton et Waterman-

Pearson, 2002). Dans tous les cas, lorsqu'il doit y avoir castration, il est logique d'entreprendre cette procédure avant que l'agneau n'atteigne l'âge de puberté (Stafford, 2007). Malgré l'idée généralement répandue selon laquelle les agneaux plus jeunes souffriraient moins que les agneaux plus âgés après une procédure chirurgicale (Johnson et coll., 2005), les preuves sont insuffisantes. Par ailleurs, « les changements développementaux chez les animaux nouveau-nés et en croissance pourraient comprendre des changements dans la sensibilité des composants des systèmes utilisés pour évaluer la détresse. Ainsi, le fait de démontrer qu'un stimulus donné provoque des réponses similaires dans un indice de détresse (le cortisol, p. ex.) à des âges différents ne démontre pas avec certitude que la nuisibilité de l'expérience ne change pas avec l'âge, ni que des réponses différentes indiquent des changements au chapitre de la nuisibilité de l'expérience » (Mellor et Stafford, 1999). La réponse en cortisol plasmatique suite à l'administration d'ACTH ou à la caudectomie à l'anneau de caoutchouc, p. ex., est plus importante à l'âge de 8 semaines qu'à l'âge d'une semaine (Turner et coll., 2006).

Guesgen et coll. (2011) ont étudié les effets de l'âge et du sexe sur la sensibilité à la douleur d'agneaux de 1, 3, 5, 7, 9 ou 12 jours. Ils ont enregistré la latence des agneaux en décubitus sternal à un stimulus thermique induit par un laser dirigé sur une région rasée de la patte arrière avant qu'ils retirent leur patte. Il y avait une interaction importante entre l'âge et le sexe dans la réponse des agneaux. La latence augmentait considérablement avec l'âge chez les agneaux mâles tandis que la latence des femelles diminuait avec l'âge, mais de façon peu significative. Ces résultats supposent qu'entre un et douze jours, les mâles deviennent moins sensibles à la douleur en vieillissant, tandis que la sensibilité des femelles à la douleur ne change pas beaucoup. Si ces résultats sont confirmés par des recherches ultérieures, ils laissent entendre qu'il peut être plus approprié de caudectomiser les femelles entre un et trois jours plutôt qu'entre 9 et 12 jours, et de castrer et de caudectomiser les mâles entre 9 et 12 jours plutôt qu'entre un et trois jours.

Recommandations de recherches :

Il faut davantage de grands projets de recherche multidisciplinaires et multifactoriels bien contrôlés qui s'étendent sur plusieurs années et qui fournissent des observations fréquentes pour étudier les répercussions à court et à long terme des différentes procédures douloureuses sur le comportement, la physiologie, la santé et le bien-être.

Une évaluation de l'efficacité des anesthésiques et des analgésiques et des méthodes d'administration pour atténuer la douleur induite par les procédures douloureuses. Devrait inclure des études sur l'efficacité et l'innocuité des AINS (p. ex., en raison de leur nature antiprostaglandinique, il peut également y avoir des inconvénients à leur utilisation chez des animaux très jeunes). De plus, une évaluation de l'utilisation d'agents anesthésiques locaux injectables devrait étudier la prévalence de résultats défavorables après leur utilisation sur le « terrain ».

Références

- Barnett, J. (1997) Measuring pain in animals. *Australian Veterinary Journal* 75:878-879.
- Bateson, P. (1991) Assessment of pain in animals. *Animal Behaviour* 42:827-839.

- Bath, G.F. (1998) Management of pain in production animals. *Applied Animal Behaviour Science* 59:147-156.
- Dinniss, A., Mellor, D., Stafford, K., Bruce, R. et Ward, R. (1997) Acute cortisol responses of lambs to castration using a rubber ring and/or a castration clamp with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal* 45:114-121.
- Fitzpatrick, J., Scott, M. et Nolan, A. (2006) Assessment of pain and welfare in sheep. *Small Ruminant Research* 62:55-61.
- Graham, M.J., Kent, J.E. et Molony, V. (1997) Effects of four analgesic treatments on the behavioural and cortisol responses of 3-week-old lambs to tail docking. *The Veterinary Journal* 153:87-97.
- Grant, C., Upton, R.N. et Kuchel, T.R. (1996) Efficacy of intra-muscular analgesics for acute pain in sheep. *Australian Veterinary Journal* 73:129-132.
- Guesgen, M. J., Beausoleil, N. J., Minot, E. O., Stewart, M., Jones, G. et Stafford, K. J. (2011) The effects of age and sex on pain sensitivity in young lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 135:51-56.
- Johnson, C. B., Stafford, K. J., Sylvester, S. P., Ward, R. N., Mitchinson, S. et Mellor, D. J. (2005) Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetised using halothane in oxygen. *New Zealand Veterinary Journal* 53:433-437.
- Kent, J.E., Molony, V. et Robertson, I.S. (1993) Changes in plasma cortisol concentration in lambs of three ages after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55:246-251.
- Kent, J.E., Molony, V. et Graham, M.J. (1998) Comparison of methods for the reduction of acute pain produced by rubber ring castration or tail docking of week-old lambs. *The Veterinary Journal* 155:39-51.
- Meintjes, R.A. (2012) An overview of the physiology of pain for the veterinarian. *The Veterinary Journal* 193:344-348.
- Mellor, D. J. et Diesch, T. J. (2006) Onset of sentience: The potential for suffering in fetal and newborn farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 100:48-57.
- Mellor, D. et Stafford, K. (1999) Assessing and minimising the distress caused by painful husbandry procedures. *In Practice* 21:436-446.
- Mellor, D. et Stafford, K. (2000) Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 48:33-43.
- Molony, V. et Kent, J.E. (1997) Assessment of acute pain in farm animals using behavioural and physiological measurements. *Journal of Animal Science* 75:266-272.

- Molony, V., Kent, J. et Robertson, I.S. (1993) Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55:236-245.
- Molony, V., Kent, J.E., Hosie, B.D. et Graham, M.J. (1997) Reduction in pain suffered by lambs at castration. *The Veterinary Journal* 153:205-213.
- Robertson, S.A. (2002) What is pain? *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221:202-205.
- Rutherford, K.M.D. (2002) Assessing pain in animals. *Animal Welfare* 11:31-53.
- Scott, P.R., Henshaw, C.J., Sargison, N.D., Penny, C.D. et Pirie, R.S. (1994) Assessment of xylazine hydrochloride epidural analgesia for open castration of rams. *Theriogenology* 42:1029-1034.
- Stafford, K. (2007) Castrating older lambs: What are the issues? *The Veterinary Journal* 173:477.
- Thornton, P. D. & Waterman-Pearson, A. E. (2002) Behavioural responses to castration in lambs. *Animal Welfare* 11:203-212.
- Turner, A. I., Hosking, B. J., Parr, R. A. et Tilbrook, A. J. (2006) A sex difference in the cortisol response to tail docking and ACTH develops between 1 and 8 weeks of age in lambs. *Journal of Endocrinology* 188:443.
- Viñuela-Fernández, I., Jones, E., Welsh, E.M. et Fleetwood-Walker, S.M. (2007) Pain mechanisms and their implication for the management of pain in farm and companion animals. *The Veterinary Journal* 174:227-239.
- Wood, G.N. et Molony, V. (1992) Welfare aspects of castration and tail docking of lambs. *In Practice* 14:2-7.

CAUDECTOMIE

Conclusions :

1. **Ces conclusions ne sauraient être définitives. Les données des recherches sont sujettes à interprétations divergentes. La prudence est de mise lors de l'interprétation de la gravité relative de la douleur causée par différentes méthodes de caudectomie.**
2. **Caudectomie à l'anneau de caoutchouc**
 - a. **Les données physiologiques et comportementales probantes indiquent que la caudectomie à l'anneau de caoutchouc est très douloureuse. Certaines preuves pathologiques donnent à penser que la douleur peut durer plusieurs mois.**
 - b. **La caudectomie à l'aide d'un seul anneau de caoutchouc semble plus douloureuse que la caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés ou au fer chaud seulement.**
 - c. **La caudectomie à l'anneau de caoutchouc peut être plus douloureuse que la caudectomie par chirurgie, mais certains éléments de preuve sont contradictoires.**
 - d. **Le recours à l'anesthésie locale du site avant la pose de l'anneau de caoutchouc peut réduire les signes de douleur aiguë.**
 - e. **Un AINS (diclofénac) peut être bénéfique parce qu'il réduit la réponse en cortisol plasmatique, mais il ne réduit pas les signes comportementaux de douleur et n'est pas aussi efficace qu'une anesthésie locale. Cet AINS particulier n'est pas homologué pour un usage vétérinaire au Canada pour le moment.**
3. **Caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés**
 - a. **Les données physiologiques et comportementales probantes indiquent que la caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés est très douloureuse.**
 - b. **La caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés semble moins douloureuse que la caudectomie à l'anneau de caoutchouc seulement.**
 - c. **La caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés peut être plus douloureuse que la caudectomie par chirurgie.**
4. **Caudectomie par chirurgie**
 - a. **Les données physiologiques indiquent que la caudectomie par chirurgie, soit l'ablation de la queue au moyen d'un couteau ou d'un scalpel, est très douloureuse.**
 - b. **La caudectomie par chirurgie peut être moins douloureuse que la caudectomie à l'anneau de caoutchouc, mais certains éléments de preuve sont contradictoires.**
5. **Caudectomie au fer chaud**

La caudectomie au moyen d'un fer chaud provoque des réponses physiologiques et comportementales aiguës qui ne sont pas aussi marquées que celles induites par d'autres techniques de caudectomie, l'anneau de caoutchouc ou la chirurgie p. ex.
6. **S'il y a un risque de myiase, certaines études indiquent que la caudectomie peut le réduire dans la queue.**

- 7. Une ablation complète de la queue (ne laissant que 3 vertèbres coccygiennes ou moins) augmente le risque de complications par rapport à aucune caudectomie. Les agneaux dont la queue a été amputée au niveau de la quatrième articulation ont éprouvé moins de problèmes que ceux dont la queue était plus courte.**

TECHNIQUES DE CAUDECTOMIE :

Anneau de caoutchouc : Un applicateur est utilisé pour augmenter le diamètre d'un anneau de caoutchouc appliqué sur la queue. L'anneau se contracte autour de la queue après avoir été relâché par l'applicateur. Il s'ensuit une réponse en cortisol plasmatique dans les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997; Lester et coll., 1991a). Les agneaux sont agités, ont un comportement actif, trépigent et tournent la tête, et ont une posture anormale entre une heure et demie et trois heures suivant la procédure (Graham et coll., 1997; Price et Nolan, 2001; Grant 2004). La constriction produite par l'anneau réduit le débit sanguin dans la partie distale de la queue, la tuméfaction est manifeste selon les scores des lésions et la queue se nécrose et se détache après environ 26 jours (Kent et coll., 2000). Les agneaux caudectomisés à l'anneau de caoutchouc sont jugés plus à risque de contracter le tétanos en raison de la lente cicatrisation de la blessure, bien qu'aucun signe clinique de tétanos n'ait été observé chez les agneaux caudectomisés à l'anneau de caoutchouc contaminés par *Clostridium tetani* (Cooper, 1966). Puisque cette observation ne repose que sur une seule étude, l'expérience clinique nous amènerait à penser qu'un programme de vaccination adéquat peut atténuer le risque de contracter le tétanos. Dans les deux premiers jours suivant la caudectomie, il n'y a eu aucune augmentation significative de la concentration d'haptoglobine sérique comparativement aux animaux témoins (Price et Nolan, 2001). La lésion se cicatrise au bout d'environ 42 jours (Kent et coll., 2000). On a cependant observé un névrome et/ou une innervation irrégulière de la queue chez les agneaux caudectomisés au moment de leur abattage entre 4 et 6 mois. Cela suppose la présence d'une douleur chronique ou d'une sensibilité accrue après la caudectomie, malgré une guérison superficielle de la plaie en apparence (French et Morgan, 1992).

Anesthésique local (AL). L'administration d'un AL soit par voie sous-cutanée (SC) soit par vaporisation topique très près de la surface dorsale du site soit par voie épidurale avant la pose d'un anneau peut réduire la réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997; Kent et coll., 1998). De plus, les agneaux manifestent moins de signes de comportement actif et de posture anormale pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997; Kent et coll., 1998).

Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). L'administration intramusculaire (IM) de diclofénac (non actuellement disponible au Canada pour les animaux destinés à l'alimentation) avant la pose d'un anneau peut réduire la réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes, mais n'a pas réduit de façon significative les réponses comportementales, comparativement aux agneaux caudectomisés à l'anneau sans administration d'AINS ou d'AL (Graham et coll., 1997). L'administration orale d'acétylsalicylate à raison de 26 mg/kg, dissous dans de l'eau, peut réduire, le comportement actif et la posture anormale pendant la première heure (Pollard et coll., 2001).

Comparaisons entre la caudectomie à l'anneau de caoutchouc et d'autres techniques de caudectomie

Caudectomie à l'anneau de caoutchouc sans AL comparativement à une caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince sans AL

↑ réponse du cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↑ agitation, comportement actif et de posture anormale pendant les 1-3 heures subséquentes (Lester et coll., 1996; Graham et coll., 1997).

Caudectomie à l'anneau de caoutchouc sans AL comparativement à une caudectomie chirurgicale sans AL

↑ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↓ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Lester et coll., 1991a)

↑ agitation, comportement actif et posture anormale pendant les 1-3 heures subséquentes (Lester et coll., 1996; Graham et coll., 1997).

Caudectomie à l'anneau de caoutchouc sans AL comparativement à une caudectomie au fer chaud sans AL

↑ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↑ score de la douleur intégrée pendant l'heure et demie subséquente (Grant, 2004).

↑ agitation, comportement actif et posture anormale pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

Anneau de caoutchouc et pince : Un anneau est posé sur la queue et une pince (Burdizzo, p. ex.) est appliquée dans la région distale de l'anneau. Il s'ensuit une réponse en cortisol plasmatique et un accroissement des postures anormales pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

Anesthésique local (AL). L'administration de l'AL par voie sous-cutanée (SC), par vaporisation topique près de la surface dorsale du site ou par voie épidurale avant la pose d'un anneau n'a pas réduit la réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes comparativement à la caudectomie sans AL (Graham et coll., 1997).

Comparaisons entre la caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince et d'autres techniques de caudectomie

Caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince sans AL comparativement à une caudectomie à l'anneau sans AL

↓ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↓ agitation, comportement actif et posture anormale pendant les 1-3 heures subséquentes (Lester et coll., 1996; Graham et coll., 1997).

Caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince sans AL comparativement à une caudectomie chirurgicale sans AL

↑ posture anormale pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

Chirurgie : La queue est amputée au moyen d'une lame avec ou sans hémostase. Si l'hémorragie n'est pas bien contrôlée, la teneur en hémoglobine sanguine 7 jours après l'intervention peut être réduite (Wohlt et coll., 1982). La plaie peut être cautérisée au moyen d'un fer chaud. La réponse en cortisol plasmatique est élevée pendant les 4 heures subséquentes (Lester et coll., 1991a).

Comparaisons entre la caudectomie chirurgicale et d'autres techniques de caudectomie

Caudectomie chirurgicale sans AL comparativement à une caudectomie à l'anneau sans AL

↑ réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 heures subséquentes (Lester et coll., 1991a).

↓ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↓ agitation pendant l'heure subséquente (Lester et coll., 1991a; Graham et coll., 1997).

Caudectomie chirurgicale sans AL comparativement à une caudectomie au fer chaud sans AL

↑ réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 heures subséquentes (Lester et coll., 1991a).

Fer chaud : La caudectomie au fer chaud permet de couper la queue et de cautériser la plaie simultanément. Il n'y a pas de réponse en cortisol plasmatique significative pendant les 3 heures subséquentes comparativement aux animaux témoins ni aucune différence marquée en matière d'agitation, de comportement actif ou de postures anormales pendant les 3 heures subséquentes comparativement aux animaux témoins (Graham et coll., 1997).

Comparaisons entre la caudectomie au fer chaud et d'autres techniques de caudectomie

Caudectomie au fer chaud sans AL comparativement à une caudectomie à l'anneau sans AL

↓ réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

↓ score de la douleur intégrée pendant l'heure et demie subséquente (Grant, 2004).

↓ agitation, comportement actif et posture anormale pendant les 1-3 heures subséquentes (Lester et coll., 1996; Graham et coll., 1997).

Caudectomie au fer chaud sans AL comparativement à une caudectomie à l'anneau et à la pince sans AL

↓ posture anormale pendant les 3 heures subséquentes (Graham et coll., 1997).

Caudectomie au fer chaud sans AL comparativement à une caudectomie chirurgicale sans AL

↓ réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 heures subséquentes (Lester et coll., 1991a).

Réponse en fonction de l'augmentation de l'âge : Il y a peu d'éléments de preuve à l'appui du seul effet d'âge sur les réponses comportementales et physiologiques à la caudectomie. Il y a toutefois quelques légers effets sur les réponses à la caudectomie et à la castration (voir ci-dessous) et une influence potentielle de l'âge de la castration sur la réponse subséquente à la caudectomie. McCracken et coll. (2010) ont remarqué que les agneaux castrés à l'anneau à l'âge d'un jour exprimaient plus souvent une posture debout anormale et un comportement de roulement pendant la première demi-heure suivant une caudectomie à l'anneau à l'âge d'un mois que les agneaux ayant été castrés à l'âge de 10 jours. Le Conseil pour le bien-être des animaux d'élevage (2008) n'a pu préciser un âge au-delà duquel la caudectomie à l'anneau de caoutchouc ne devrait pas être utilisée. Toutefois, étant donné que la taille de la queue augmente avec l'âge au cours des premières semaines de vie, on a estimé que la guérison serait plus lente chez les ovins plus âgés dont la queue est plus longue.

Effet de la caudectomie sur le risque de myiase : La myiase est une maladie causée par des calliphores qui pondent leurs œufs dans la fourrure des ovins. Lorsque les œufs éclosent, les asticots s'accrochent à la chair et empoisonnent les ovins par l'ammoniac qu'ils sécrètent. Les ovins montrent des signes d'irritation au cours des deux premiers jours suivant la ponte des œufs. Dès que la myiase est installée, d'autres mouches sont attirées vers le site d'infection et les ovins peuvent mourir dans les 3 à 6 jours suivant le début de la maladie (Morris, 2000). La myiase peut infliger de la douleur et de la souffrance aux ovins. Shutt et coll. (1988) ont observé une concentration de cortisol plasmatique accrue chez les ovins atteints de myiase comparativement aux animaux témoins. Parmi les pratiques de gestion utilisées pour réduire les risques de myiase, citons la tonte stratégique, le contrôle des causes de diarrhée et l'utilisation d'insecticides (Sotiraki & Hall, 2012; Tellam & Bowles, 1997).

Dans une étude sur le terrain menée au R.-U. sur des agneaux non tondus âgés entre 3 et 6 mois à la queue d'une longueur variant entre 7 et 11 cm, les agneaux atteints de myiase avaient plus de souillures fécales sur la croupe que les animaux témoins et les fèces des agneaux atteints étaient plus humides que celles des animaux témoins (French et coll., 1996). French et coll. (1994) ont étudié les effets de la caudectomie sur la mortalité et sur la myiase à calliphoridés dans le cadre d'un essai contrôlé sur le terrain, afin de comparer plus de 3 000 agneaux caudectomisés ou non sur sept fermes. L'incidence de la myiase à calliphoridés était plus marquée et systématiquement plus élevée chez les agneaux non caudectomisés que chez les agneaux caudectomisés (ratio des taux = 6; IC de 95 %, 3-12 chez les agneaux males et = 4, IC de 95 %, 2-8 chez les agnelles). L'incidence des souillures fécales sur la croupe était légèrement plus marquée chez les agneaux non caudectomisés et a été identifiée comme un important facteur de risque indépendant pour la myiase à calliphoridés. La mortalité était la même chez les agneaux ayant subi ou non une caudectomie. Selon une étude sur le terrain menée en Australie, la caudectomie a réduit les indices de diarrhée comparativement à la non-caudectomie et, dans une ferme, les agneaux non caudectomisés étaient trois fois plus à risque (IC de 95 %, 1,1-7,8) d'être atteints de la myiase que les ovins caudectomisés (Webb Ware et coll., 2000).

Longueur de la queue après la caudectomie : Plusieurs éleveurs d'ovins de race ou de producteurs d'animaux d'exposition avaient l'habitude de couper la queue des ovins extrêmement courte (jusqu'à l'ablation presque complète) pour faire paraître les muscles des pattes plus gros. Certains pays recommandent de laisser un bout de queue suffisamment longue

pour couvrir la vulve chez les brebis et l'anus chez les béliers. Les agneaux âgés d'une semaine qui ont subi une ablation complète de la queue au moyen d'un anneau présentent un risque plus élevé de prolapsus du rectum (8 %) que les agneaux dont la queue a été écourtée à une longueur moyenne de 2,5 à 3,8 cm (4 %) et que ceux dont la queue a été écourtée à une longueur maximale de 5 à 7,5 cm (2 %) (Thomas et coll., 2003). Vizard (1994) a résumé des travaux antérieurs en Australie qui démontraient que le risque de myiase était plus élevé chez les ovins ayant subi une ablation complète de la queue, que chez les ovins qui avaient conservé leur queue. Toutefois, lorsque la caudectomie était effectuée à la quatrième vertèbre pour ne laisser que 10 cm de queue, le risque de myiase était apparemment plus faible que chez les agneaux non caudectomisés. Les agneaux caudectomisés à la deuxième vertèbre ne laissant que 5 cm de queue n'étaient pas moins à risque d'une myiase que les agneaux n'ayant pas subi de caudectomie. Une queue de 10 cm semble protéger l'agneau contre la myiase sur la queue, mais pas contre la myiase au niveau de la croupe. En étudiant la littérature à ce sujet, Fisher et coll. (2004) ont relevé les informations suivantes quant à la longueur idéale de la queue à la suite d'une caudectomie. Il n'y avait pas d'effets constants de la longueur de la queue sur les indices fécaux, mais certaines études démontraient que les ovins dont la queue était de moyenne longueur (de manière à couvrir la vulve d'une brebis) avaient moins de souillures fécales que ceux qui avaient subi une ablation presque complète. Les études examinées indiquaient qu'une queue de longueur moyenne réduisait le risque de myiase sur la croupe et sur la queue, comparativement à une queue plus courte. Six jours après une ablation chirurgicale, une longue queue limitait l'infection de la plaie. Les agneaux qui avaient une queue de longueur moyenne avaient une bonne cicatrisation, tandis que les agneaux sans queue avaient mal guéri et ceux à la queue courte étaient entre les deux. Les queues entre 1 et 5 cm n'avaient pas d'incidence sur le prolapsus vaginal chez les brebis adultes. Les longues queues étaient plus longues à tailler et à maintenir. Selon une étude menée en Nouvelle-Zélande par Fisher et Gregory (2007), les agneaux caudectomisés à l'anneau avaient plus de risques de développer un névrome lorsque la queue avait été amputée d'au moins 78 % (une queue ayant entre 2 et 6 vertèbres et une longueur de 6 à 13 cm au moment de l'abattage) comparativement à 54 % (une queue ayant entre 4 et 10 vertèbres et une longueur de 15 à 23 cm au moment de l'abattage), mais avaient tendance à avoir un indice de diarrhée plus faible. Le nombre d'agneaux présentant un indice de diarrhée élevé était supérieur lorsque 78 % de la queue était amputée (une queue ayant entre 4 et 6 vertèbres et une longueur de 11 à 13 cm au moment de l'abattage), comparativement à 90 % (une queue ayant entre 3 et 5 vertèbres et une longueur de 9 à 11 cm au moment de l'abattage).

Recommandations de recherches :

Études épidémiologiques sur le rôle de la caudectomie et de la longueur de la queue amputée dans le contrôle de la myiase. Bien que les agneaux et les ovins en pâturage au Canada soient touchés par la myiase, aucune recherche n'a été publiée sur les risques et sur l'atténuation des effets de la caudectomie par rapport au risque de myiase.

Études épidémiologiques sur les effets sur la santé, à savoir le risque de myiase et de prolapsus rectal, de la longueur de la queue amputée.

Évaluation du potentiel d'application pratique de l'utilisation d'un fer chaud pour la caudectomie dans différents systèmes de gestion.

Références

Cooper, B. (1966) Protection of lambs against tetanus. *New Zealand Veterinary Journal* 14:186-190.

Farm Animal Welfare Council. (2008) *FAWC report on the implications of castration and tail docking for the welfare of lambs*. Available at <http://www.fawc.org.uk/reports.htm>

Fisher, M.W. et Gregory, N.G. (2007) Reconciling the differences between the length at which lambs' tails are commonly docked and animal welfare recommendations. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 67:32-38.

Fisher, M. W., Gregory, N. G., Kent, J. E., Scobie, D. R., Mellor, D. J., et Pollard, J. C. (2004) Justifying the appropriate length for docking lambs' tails - a review of the literature. . *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 64: 293-296.

French, N.P. et Morgan, K.L. (1992) Neuromata in docked lambs' tails. *Research in Veterinary Science* 52:389-390.

French, N.P., Parkin, T.D.H. et Morgan, K.L. (1996) A case control study of blowfly strike in lambs. *Veterinary Record* 139:384-388.

French, N.P., Wall, R. et Morgan, K.L. (1994) Lamb tail docking: a controlled field study of the effects of tail amputation on health and productivity. *Veterinary Record* 134:463-467.

Graham, M., Kent, J. et Molony, V. (1997) Effects of four analgesic treatments on the behavioural and cortisol responses of 3-week-old lambs to tail docking. *The Veterinary Journal* 153:87-97.

Grant, C. (2004) Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87:255-273.

Kent, J., Molony, V. et Graham, M. (1998) Comparison of methods for the reduction of acute pain produced by rubber ring castration or tail docking of week-old lambs. *The Veterinary Journal* 155:39-51.

Kent, J., Jackson, R., Molony, V. et Hosie, B. (2000) Effects of acute pain reduction methods on the chronic inflammatory lesions and behaviour of lambs castrated and tail docked with rubber rings at less than two days of age. *The Veterinary Journal* 160:33-41.

Lester, S., Mellor, D., Holmes, R., Ward, R. et Stafford, K. (1996) Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 44:45-54.

Lester, S., Mellor, D., Ward, R. et Holmes, R. (1991) Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 39:134-138.

- McCracken, L., Waran, N., Mitchinson, S. et Johnson, C. B. (2007) Effect of age at castration on behavioural response to subsequent tail docking in lambs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 37:375-381.
- Morris, M.C. (2000) Ethical issues associated with sheep fly strike research, prevention, and control. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 13:205-217.
- Price, J. et Nolan, A.M. (2001) Analgesia of newborn lambs before castration and tail docking with rubber rings. *The Veterinary Record* 149:321-324.
- Pollard, J.C., Roos, V. et Littlejohn, R.P. (2001) Effects of an oral dose of acetyl salicylate at tail docking on the behaviour of lambs aged three to six weeks. *Applied Animal Behaviour Science* 71:29-42.
- Shutt, D.A., Fell, L.R., Connell, R., Bell, A.K., Wallace, C.A. et Smith, A.I. (1987) Stress-induced changes in plasma concentrations of immunoreactive β -endorphin and cortisol in response to routine surgical procedures in lambs. *Australian Journal of Biological Sciences* 40:97-103.
- Shutt, D.A., Smith, A.I., Wallace, C.A., Connell, R. et Fell, L.R. (1988) Effect of myiasis and acute restraint stress on plasma levels of immunoreactive, β -endorphin, adrenocorticotrophin (ACTH) and cortisol in the sheep. *Australian Journal of Biological Sciences* 41:297-301.
- Sotiraki, S. et Hall, M.J.R. (2012) A review of comparative aspects of myiasis in goats and sheep in Europe. *Small Ruminant Research* 103:75– 83.
- Tellam, R.L. et Bowles, V.M. (1997) Control of blowfly strike in sheep: Current strategies and future prospects. *International Journal for Parasitology* 27:261-273.
- Thomas, D.L., Waldron, D.F., Lowe, G.D., Morrill, D.G., Meyer, H.H., High, R.A. et coll. (2003) Length of docked tail and the incidence of rectal prolapse in lambs. *Journal of Animal Science* 81:2725-2732.
- Vizard, A.L. (1994) Tail docking of lambs in the control of flystrike. *Veterinary Record* 134:583.
- Webb Ware, J.K., Vizard, A.L. et Lean, G.R. (2000) Effects of tail amputation and treatment with an albendazole controlled-release capsule on the health and productivity of prime lambs. *Australian Veterinary Journal* 78:838-842.
- Wohlt, J.E., Wright, T.D., Sirois, V.S., Kniffen, D.M. et Lelkes, L. (1982) Effect of docking on health, blood cells and metabolites and growth of Dorset lambs. *Journal of Animal Science* 54:23-28.

CASTRATION

Conclusions :

1. **La castration n'est pas forcément nécessaire chez les agneaux abattus à la puberté ou avant, mais certaines considérations relatives à la gestion doivent être prises en compte.**
2. **Les conclusions sur les réponses à la douleur causée par la castration ne sauraient être définitives. Les données des recherches sont sujettes à interprétations divergentes. La prudence est de mise lors de l'interprétation de la gravité relative de la douleur causée par différentes techniques de castration.**
3. **Toutes les techniques de castration provoquent des réponses révélatrices de douleur.**
4. **Castration à l'anneau de caoutchouc**
 - a. **Il y a une réponse physiologique et comportementale marquée à la castration à l'anneau de caoutchouc qui révèle une douleur aiguë.**
 - b. **L'injection d'un anesthésique local dans le collet du scrotum et dans le cordon testiculaire ou dans les testicules peut atténuer cette réponse.**
 - c. **L'AINS (flunixin) peut atténuer cette réponse.**
 - d. **Le scrotum demeure tuméfié et semble causer des signes comportementaux d'inconfort jusqu'à ce qu'il se détache au bout de 4 semaines.**
5. **Castration à la pince**
 - a. **Il y a une réponse physiologique et comportementale marquée à la castration à la pince qui révèle une douleur aiguë.**
 - b. **L'injection d'un anesthésique local dans le collet du scrotum et dans le cordon testiculaire peut atténuer cette réponse.**
6. **Castration à l'anneau et à la pince combinés**
 - a. **Il y a une réponse physiologique et comportementale marquée à la castration à la pince qui révèle une douleur aiguë.**
 - b. **L'injection d'un anesthésique local dans le collet du scrotum et dans le cordon testiculaire ou dans les testicules peut atténuer cette réponse.**
 - c. **La réponse à la technique à la pince et l'anneau combinés semble moins marquée que la castration à l'anneau de caoutchouc seulement, mais plus intense que la castration à la pince seulement.**
7. **Castration par chirurgie**
 - a. **Il y a une réponse physiologique et comportementale marquée à la castration chirurgicale qui révèle une douleur aiguë.**

TECHNIQUES DE CASTRATION :

Anneau de caoutchouc : Un anneau de caoutchouc épais est posé autour du collet du scrotum au moyen d'un élasteur. Cette technique favorise une activité afférente dans le nerf spermatique supérieur pendant au moins une heure et demie (Cottrell & Molony, 1995) et un changement de

l'activité électrique dans le cerveau comme l'indique l'accroissement de la fréquence médiane d'un électroencéphalogramme (EEG) (Johnson et coll., 2005; 2009). La fréquence cardiaque des agneaux diminue pendant environ 4 minutes (Johnson et coll., 2005). Le taux plasmatique du cortisol augmente pendant l'heure suivant la pose de l'anneau, puis diminue au cours de l'heure suivante (Kent et coll., 1998) pour atteindre les concentrations de base dans les 6 heures suivantes (Paull et coll., 2012).

Dès que l'anneau est fixé, les agneaux présentent une réponse comportementale active marquée, dont le trépignement, la ruade, le fléchissement des postérieurs (abaissement anormal de l'arrière-train en station debout ou incapacité à garder les postérieurs au sol en position allongée) et l'agitation, qui dure environ une heure (Kent et coll., 1998). Pendant ce temps, ils peuvent également se lécher la région du scrotum et réduire leur activité à la mamelle (Paull et coll., 2012). Ils ont une posture anormale, c'est-à-dire qu'ils sont cambrés ou chancellent, en décubitus ventral anormal avec les pattes de derrière partiellement ou complètement allongées et plus souvent en décubitus latéral, pendant environ 2 heures (Kent et coll., 1998; Colditz et coll., 2012; Paull et coll., 2012).

La constriction des vaisseaux sanguins du collet du scrotum provoque une ischémie distale à l'anneau suivie d'une nécrose. Les structures distales à l'anneau comprenant les testicules se détachent entre le 25^e jour (Mellema et coll., 2006) et le 35^e jour (Kent et coll., 2000; Melches et coll., 2007) suivant la pose d'un anneau de caoutchouc. Molony et coll. (2012) ont mentionné que le scrotum s'était détaché après le 28^e jour chez 25 % des agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc. Comparativement aux agneaux témoins, après la pose de l'anneau, il y a, au cours des six premières heures, tuméfaction au niveau du scrotum (Kent et coll., 2000) qui associée à une réponse marquée à la palpation scrotale (Melches et coll., 2007) et cette sensibilité accrue peut durer de 8 à 12 jours (Mellema et coll., 2006; Melches et coll., 2007). Molony et coll. (2012) ont constaté une tuméfaction du scrotum après 10 et 14 jours et un œdème sévère après 21 jours. Cet œdème était accompagné d'un « fléchissement des postérieurs » (c.-à-d. le repositionnement, le fléchissement ou l'étirement d'une patte ou d'une partie du corps) qui a atteint sa fréquence maximale après le 17^e jour et une démangeaison marquée des « postérieurs » après le 24^e jour. La peau autour de l'anneau devient rouge et ulcéreuse (Kent et coll., 2000), particulièrement après le 26^e jour, avant que le scrotum ne se détache (Molony et coll., 2012). Sutherland et coll. (2000) ont constaté que le scrotum devenait enflé, humide et bleu-vert après une semaine et nécrosé après deux semaines, mais qu'il n'y avait aucun signe d'infection pendant la 6^e semaine suivant la procédure. Après environ 9 jours, une infection localisée peut survenir chez certains agneaux (12 %) (Mellema et coll., 2006). On n'a toutefois signalé aucun effet systémique, à savoir une augmentation de la température rectale ou de la concentration plasmatique d'haptoglobine, comparativement au lot témoin (Colditz et coll., 2012; Paull et coll., 2012). Selon une étude menée en Écosse sur plus de 7 000 agneaux, un seul décès était attribuable à la castration à l'anneau de caoutchouc et aucune castration manquée n'a été signalée (Hosie et coll., 1996).

Effet de l'âge. Il se pourrait que la douleur provoquée par la castration à l'anneau de caoutchouc interrompe la tétée, l'ingestion de colostrum et prédispose les agneaux à des maladies tel le syndrome de l'agneau baveux (watery mouth) (Collins et coll., 1985). Par conséquent, il est généralement recommandé de ne pas castrer les agneaux avant l'âge de 12 heures, 24 heures de préférence (Eales, 1987).

Thornton et Waterman-Pearson (2002) ont constaté pendant les 3 jours suivant la castration à l'anneau de caoutchouc une augmentation importante de la fréquence des postures anormales et une diminution significative de la fréquence des postures allongées chez les agneaux âgés entre 4 et 6 semaines, mais non chez les agneaux âgés d'une semaine. Chez les agneaux anesthésiés, capables de répondre aux stimuli nuisibles, mais qui ne ressentent pas de douleur, Johnson et coll. (2005) ont constaté que la castration à l'anneau de caoutchouc provoquait une augmentation plus importante de la fréquence médiane de l'électroencéphalogramme (EEG) chez les agneaux de 12 jours que chez les agneaux de 29 jours. Dans une étude subséquente, Johnson et coll. (2009) ont noté une augmentation plus importante de la fréquence médiane de l'EEG chez les agneaux âgés entre 25 et 36 jours que chez les agneaux âgés entre 1 et 18 jours et une augmentation plus importante du front de fréquence spectrale de l'EEG chez les agneaux âgés de 36 jours que chez les agneaux âgés entre 1 et 33 jours. Bien que ces deux études soient apparemment contradictoires, les auteurs ont émis l'hypothèse selon laquelle la sensibilité cérébrale à la stimulation nocive qui était légère à la naissance s'est développée au cours de la première semaine de vie postnatale, a culminé autour de 10 à 12 jours puis a fléchi légèrement chez les animaux plus âgés.

Le Conseil pour le bien-être des animaux d'élevage (2008) a conclu qu'« un grave problème attribuable à l'utilisation d'anneaux chez les agneaux plus âgés était que la taille croissante du scrotum et des structures connexes qui, lorsqu'ils étaient étranglés par l'anneau, pouvait induire une inflammation chronique, une sepsie et de la douleur jusqu'à ce que le scrotum se détache et qu'il y ait cicatrisation. C'est pour cette raison que les agneaux devraient idéalement être castrés le plus rapidement possible après avoir établi un lien maternel sûr, mais pas avant l'âge de 24 heures. Il faut par conséquent tenir compte de la gravité des lésions provoquées par la castration à l'anneau et d'autres effets pour fixer la limite d'âge ou de taille des agneaux qui devraient recevoir des anneaux de caoutchouc. »

Anesthésique local (AL). L'administration de l'anesthésique local directement dans les testicules après la pose d'un anneau de caoutchouc peut, en moins de 2 minutes, atténuer l'activité afférente dans le nerf spermatique (Cottrell & Molony, 1995). Bien que l'injection de l'AL uniquement dans le cordon peut (Kent et coll., 1998), mais pas toujours (Dinniss et coll., 1997), réduire considérablement la réponse en cortisol, l'injection de l'AL dans le collet du scrotum et dans le cordon testiculaire ou dans les testicules, 15 minutes avant la pose d'un anneau de caoutchouc, peut réduire la réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 heures subséquentes (Dinniss et coll., 1997; Thornton et Waterman-Pearson, 1999; Mellema et coll., 2006;). L'injection de l'AL dans le cordon et dans le collet peut atténuer les réponses comportementales actives et l'agitation pendant la première heure et les postures anormales pendant les 2 premières heures (Mellema et coll., 2006). L'injection de l'AL dans le cordon, dans le collet du scrotum et dans les testicules peut également atténuer le comportement actif et le score de douleur sur l'échelle visuelle analogue (EVA) pendant les 8 heures subséquentes (Thornton & Waterman-Pearson, 1999).

Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). Bien qu'aucun effet significatif n'ait été observé après l'administration de méloxicam immédiatement avant la pose d'un anneau en caoutchouc, une injection sous-cutanée de flouxinone dans le scrotum avant la pose d'un anneau en caoutchouc atténue la réponse en cortisol plasmatique pendant les 6 heures subséquentes et

réduit les réponses comportementales actives pendant la première heure. La flunixin et le méloxicam peuvent tous les deux réduire les cas des postures anormales après une castration à l'anneau de caoutchouc (Paull et coll., 2012).

Comparaisons entre la castration à l'anneau de caoutchouc et d'autres techniques de castration

Castration à l'anneau sans AL comparativement à une castration à la pince sans AL
↑ postures anormales pendant les 4 heures subséquentes (Dinniss et coll., 1999)

Castration à l'anneau sans AL comparativement à une castration chirurgicale sans AL
↓ réponse en cortisol pendant 4 à 6 heures (Lester et coll., 1991; Colditz et coll., 2012)
↑ décubitus anormal pendant 12 heures (Colditz et coll., 2012)
↑ agitation pendant une heure (Lester et coll., 1996)

Castration à l'anneau sans AL comparativement à une castration à l'anneau sans AL suivie de l'application d'une pince distale à l'anneau
↑ réponse en cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1998)
↑ agitation et postures anormales pendant une heure et demie (Kent et coll., 1998)

Pince : Une pince (Burdizzo ou Ritchey Nipper) est appliquée sur l'un des cordons spermatiques pendant au moins 5 secondes pour écraser les vaisseaux sanguins et les nerfs et interrompre l'apport sanguin vers le testicule. L'autre cordon est ensuite écrasé, mais légèrement en dessous ou au-dessus pour éviter une ligne continue. Afin de réduire le risque d'échec, la procédure peut être répétée dans la région distale du premier écrasement de manière à éviter le cordon spermatique. L'écrasement provoque une ischémie, suivie d'une nécrose et d'une atrophie dans les 4 à 6 semaines suivantes (Mellor & Stafford, 2000). L'écrasement du cordon provoque une rougeur du site de l'application et une tuméfaction du scrotum pendant environ une semaine (Bonelli et coll., 2008). Cependant, les activités des enzymes sériques (ALT, AST, LDH et CK) qui servent à détecter les dommages tissulaires n'augmentent pas de façon significative (Bonelli et coll., 2008). La palpation scrotale déclenche une réponse accrue pendant les 6 premières heures (Melches et coll., 2007) qui peut durer jusqu'au jour 3 (Thorton & Waterman-Pearson, 1999) ou au jour 5 (Mellema et coll., 2006). Cette procédure est effectuée sur les agneaux plus âgés, mais qui ont généralement moins de 90 jours.

La concentration plasmatique de cortisol augmente pendant les 2 à 4 heures subséquentes (Mellor et coll., 1991; Dinniss et coll., 1997; 1999; Molony et coll., 1997; Mellema et coll., 2006). On observe dans les 15 premières minutes davantage d'agitation, de ruades, de vocalisations et de décubitus anormaux (Mellor et coll., 1991). Pendant les 3 premières heures, les agneaux adoptent des postures anormales plus longtemps, tremblent plus et fléchissent davantage les postérieurs que les animaux témoins (Molony et coll., 1997). Pendant le jour 1, les agneaux passent moins de temps en décubitus et plus de temps en postures anormales (Thorton & Waterman-Pearson, 2002).

Dans une étude menée en Écosse sur plus de 7 000 agneaux, seulement trois décès ont été attribués à la castration à la pince. Dans 11 des 15 troupeaux, la castration à la pince n'a pas toujours bien réussi (Hosie et coll., 1996). Dans une autre étude, le résultat de la castration à la

pince s'est avéré insatisfaisant chez 11 % des agneaux castrés à leur première semaine de vie et chez 65 % des agneaux castrés à l'âge de 10 semaines (Stoffel et al 2009).

Anesthésique local (AL). Même si pendant 2 heures la réponse en cortisol est supérieure à celle des animaux témoins, l'injection d'un AL dans le cordon et le collet peuvent atténuer la réponse en cortisol pendant les 3 ou 4 premières heures (Dinniss et coll., 1997; 1999; Melches et coll., 2007; Bonelli et coll., 2008).

Comparaisons entre la castration à la pince et d'autres techniques de castration

Castration à la pince sans AL comparativement à une castration à l'anneau de caoutchouc sans AL

↓ postures anormales pendant 4 heures (Dinniss et coll., 1999)

Castration à la pince sans AL comparativement à une castration à l'anneau de caoutchouc et à la pince sans AL

↓ agitation et comportement actif pendant 3 heures (Molony et coll., 1997)

Anneau et pince : La castration au moyen d'un anneau et d'une pince combinés consiste à placer un anneau sur le collet du scrotum, dans la partie proximale des testicules, immédiatement avant ou après l'application d'une pince de castration sur chacun des cordons spermatiques ou après l'application d'une seule pince sur toute la largeur du scrotum. La durée de l'écrasement varie, 5 ou 10 secondes, p. ex. (Mellor & Stafford, 2000). Cette procédure est suivie d'une réponse en cortisol plasmatique pendant les 3 heures subséquentes (Molony et coll., 1997; Thorton et Waterman-Pearson, 1999). On observe davantage d'agitation, de comportements actifs et de postures anormales que chez les agneaux témoins (Molony et coll., 1997), mais moins de comportements actifs et un score moindre de douleur sur l'échelle visuelle analogue qu'après la pose d'un anneau seulement (Thorton & Waterman-Pearson, 1999). On observe une réponse accrue à la palpation scrotale pendant au moins 3 jours (Thorton & Waterman-Pearson, 1999).

Anesthésique local (AL). L'administration de l'anesthésique local directement dans les testicules, dans le collet du scrotum ou dans le cordon testiculaire, le collet du scrotum et les testicules atténue la réponse en cortisol plasmatique ainsi que l'agitation et le comportement actif pendant les 1-3 heures subséquentes (Dinniss et coll., 1997; 1999; Molony et coll., 1997; Thorton et Waterman-Pearson, 1999). Les réponses à la palpation scrotale et à la stimulation mécanique sont également réduites (Thorton & Waterman-Pearson, 1999).

Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). L'administration intramusculaire de diclofénac 20 minutes avant la castration peut réduire la réponse en cortisol plasmatique et les cas de postures anormales pendant les deux premières heures (Molony et coll., 1997).

Comparaisons entre la castration à l'anneau et à la pince combinés et d'autres techniques de castration

Castration à l'anneau sans AL suivie de l'application d'une pince dans la région distale de l'anneau comparativement à une castration à l'anneau sans AL

↓ réponse en cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1998).

↓ comportement actif et scores moindres de douleur sur l'échelle visuelle analogue
(Thorton & Waterman-Pearson, 1999)

Castration à l'anneau sans AL suivie de l'application d'une pince dans la région distale de l'anneau comparativement à une castration à la pince sans AL

↑ vocalisation, agitation et comportement actif (Molony et coll., 1997)

Chirurgie : La castration chirurgicale nécessite l'incision du scrotum et des tissus sous-jacents afin d'exposer les testicules qu'on enlèvera par élongation, en les coupant ou en les tordant, avec ou sans cautère, ligature ou serrage (Thornton & Waterman-Pearson, 1999). La castration chirurgicale est suivie d'une réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 à 12 heures subséquentes (Lester et coll., 1991; Colditz et coll., 2012). Les scores de douleur sur l'échelle visuelle analogue et les réponses comportementales actives augmentent pendant trois heures et la réponse à la palpation scrotale est accrue pendant le premier jour (Thorton & Waterman-Pearson, 1999). On observe davantage de positions debout et de postures anormales en station debout dans les 12 heures subséquentes (Colditz et coll., 2012). La température rectale est à la hausse pendant 12 h (Colditz et coll., 2012), mais il n'y a normalement aucun autre signe clinique durant cette période (Al-Zghoul et coll., 2008). Une augmentation de la concentration plasmatique du fibrinogène et de l'activité sérique (LDH et AST) attribuable à l'inflammation et aux dommages tissulaires peut survenir au cours des trois premiers jours (Al-Zghoul et coll., 2008), mais ne se produit pas toujours (Bonelli et coll., 2008). Au jour 3, on peut également observer un nombre accru de cellules nucléées dans le liquide péritonéal qui indique une péritonite bénigne (Al-Zghoul et coll., 2008). Il y a risque d'infection lorsque le cordon est ligaturé (Bonelli et coll., 2008). Dans une étude menée en Écosse sur plus de 7 000 agneaux, un seul décès était attribuable à une castration chirurgicale et aucun cas de castration ratée n'a été signalé (Hosie et coll., 1996).

Anesthésique local (AL). L'injection de l'AL dans le collet du scrotum, dans le cordon testiculaire et dans les testicules chez les agneaux âgés d'une semaine peut réduire la réponse en cortisol plasmatique à la suite d'une castration chirurgicale (Thorton & Waterman-Pearson, 1999), mais lorsque l'AL était injectée dans le collet du scrotum et dans le cordon testiculaire chez les agneaux âgés de 4 à 5 mois (Bonelli et coll., 2008) ou de 2,5 à 6 mois castrés chirurgicalement (Melches et coll., 2007), la réponse en cortisol plasmatique était en hausse pour une période variant entre 3 à 6 heures.

Comparaisons entre la castration chirurgicale et d'autres techniques de castration

Castration chirurgicale sans AL comparativement à une castration à l'anneau sans AL

- ↓ décubitus latéral, décubitus ventral anormal pendant 12 heures (Colditz et coll., 2012)
- ↓ comportement actif pendant une heure (Lester et coll., 1996) ou 3 heures (Thornton & Waterman-Pearson, 1999)
- ↑ immobilité, station debout anormale, comportement anormal pendant 12 heures (Colditz et coll., 2012)
- ↓ score de douleur sur l'échelle visuelle analogue pendant 3 heures (Thornton & Waterman-Pearson, 1999)

Castration chirurgicale sans AL comparativement à une castration à la pince sans AL

- ↑ réponse en cortisol pendant 6 heures (Colditz et coll., 2012) ou 9 heures (Melches et coll., 2007)

Castration chirurgicale sans AL comparativement à une castration à la pince avec AL

- ↑ réponse en cortisol pendant 3 heures (Bonelli et coll., 2008) ou 9 heures (Melches et coll., 2007)
- ↑ posture anormale pendant 9 heures (Melches et coll., 2007)
- ↑ réponse à la palpation scrotale pendant 9 heures (Melches et coll., 2007)

Castration chirurgicale sans AL comparativement à une castration à l'anneau sans AL suivie de l'application d'une pince dans la région distale de l'anneau

- ↓ comportement actif pendant 3 heures (Thornton & Waterman-Pearson, 1999)
- ↑ réponse à la palpation scrotale pendant 9 heures (Thornton & Waterman-Pearson, 1999)
- ↑ score de douleur sur l'échelle visuelle analogue pendant 3 heures (Thornton & Waterman-Pearson, 1999)

Castration chirurgicale sans AL comparativement à une castration à l'anneau avec AL

- ↑ vocalisations et lutte immédiates (Melches et coll., 2007)
- ↑ posture anormale pendant 9 heures (Melches et coll., 2007)
- ↑ réponse à la palpation scrotale pendant 9 heures (Melches et coll., 2007)

Castration à la bande élastique Callicrate. Cette technique qui est utilisée chez les agneaux plus âgés jugés trop gros pour la castration à l'anneau se veut une alternative à la castration à la pince. Une bande élastique est posée autour du collet du scrotum et un outil à cliquet serre la bande jusqu'à l'écrasement du cordon et de son contenu. L'élasteur Callicrate permet de bien serrer la bande et de prévenir le desserrage. La prophylaxie antitétanique est importante dans le cadre de cette technique de castration. La castration au moyen de bandes élastiques Callicrate et la douleur qui y est associée n'a pas fait l'objet de recherche chez les ovins. Chez les veaux, toutefois, son utilisation sans AL démontre des signes de douleur aiguë (Stafford et coll., 2002).

La castration est-elle nécessaire? La castration par le retrait ou la détérioration des tissus gonadaux vise à interrompre la spermatogénèse et la stéroïdogenèse et, en particulier, à prévenir l'activité sexuelle à l'âge adulte (Stoffel et coll., 2009).

Raisons invoquées pour castrer les agneaux

- 1) Éviter l'élevage sans distinction et exercer un contrôle génétique sur les reproducteurs.
- 2) Éviter les risques de blessures attribuables aux comportements et agressions à caractère sexuel.
- 3) Améliorer la conformation et la qualité des carcasses.
- 4) Éviter le déclassement des carcasses attribuable à des caractéristiques mâles excessives.
- 5) Faciliter la tonte et le retrait de la laine longue et souillée de la fourche et des flancs (crutching) (Thornton et Waterman-Pearson, 1999; Paull et coll., 2009; Fisher et coll., 2010).

La castration n'est toutefois pas forcément nécessaire lorsque les agneaux atteignent le poids d'abattage avant leur puberté autour de l'âge de 5 mois. Il faudra prendre des mesures de gestion subséquentes pour prévenir l'accouplement accidentel. L'âge de la puberté dépend de plusieurs facteurs, dont la race et le poids (Dickerson et Laster, 1975), et bien que l'âge du premier œstrus chez la plupart des jeunes brebis varie entre 6 et 18 mois, on a rapporté quelques cas isolés de conception à l'âge de 3 ou 4 mois (travaux de recherche passés en revue par Dýrmundsson, 1981). Les jeunes béliers peuvent monter et éjaculer lorsqu'ils sont âgés entre 179 et 209 jours (selon la race et le poids corporel) (Belibasaki et Kouimtzi, 2000).

Malgré qu'il faille apporter certains ajustements à la gestion pour prévenir l'accouplement accidentel, les jeunes béliers produisent une carcasse plus maigre que les agneaux châtrés et ont un gain de poids journalier moyen et un indice de consommation alimentaire plus élevés (travaux de recherche passés en revue par Field, 1971 et Seideman et coll., 1982). On observe en gros la même classe de carcasses chez les béliers et les agneaux châtrés, quoique les carcasses de bélier soient légèrement plus coriaces, possiblement en raison de leur teneur en maigre (Field, 1971). À l'abattage au même âge, le poids en carcasse des béliers châtrés est similaire à celui des béliers intacts (Fisher et coll., 2010). Lorsque les jeunes béliers gagnent en âge et en poids, la carcasse perd légèrement de sa palatabilité en raison de la diminution de la jutosité et de la tendreté (Misock et coll., 1976). Les béliers plus gros et plus âgés dégagent un arôme plus prononcé, qui peut être qualifié de « goût de mâle » (Misock et coll., 1976). Les jeunes béliers pouvant être commercialisés et abattus à la puberté ou avant devraient offrir des caractéristiques de croissance avantageuses et entraîner peu d'effets négatifs, voire aucun.

Recommandations de recherches :

Évaluation des répercussions liées au recours à la castration au moyen de bandes Callicrate chez les agneaux à différents âges sur leur bien-être.

Évaluation des répercussions liées à la non-castration des agneaux sur la gestion ovine et sur la qualité des carcasses et de la viande.

Références

- Al-Zghoul, M.B.F., Al-Rukibat, R.K., Talafha, A.Q., Ababneh, O. et Ismail, Z.A.B. (2008) Cellular and some biochemical changes in blood and peritoneal fluid constituents in Awassi lambs following elective castration. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 3:23-27.
- Belibasaki, S. et Kouimtzis, S. (2000) Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Ruminant Research* 37:109-113.
- Bonelli, P., Dimauro, C., Pau, S., Dattena, M., Mollica, A. et Nicolussi, P.S. (2008) Stress responses in lambs castrated with three different methods. *Italian Journal of Animal Science* 7:207-217.
- Colditz, I., Paull, D. et Lee, C. (2012) Social transmission of physiological and behavioural responses to castration in suckling Merino lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 136:136-145.
- Collins, R.O., Eales, F.A. et Small, J. (1985) Observations on watery mouth in newborn lambs. *British Veterinary Journal* 141:135-140.
- Cottrell, D.F. et Molony, V. (1995) Afferent activity in the superior spermatic nerve of lambs - The effects of application of rubber castration rings. *Veterinary Research Communications* 19:503-515.
- Dickerson, G.E. et Laster, D.B. (1975) Breed, heterosis and environmental influences on growth and puberty in ewe lambs. *Journal of Animal Science* 41:1-9.
- Dinniss, A., Mellor, D., Stafford, K., Bruce, R. et Ward, R. (1997) Acute cortisol responses of lambs to castration using a rubber ring and/or a castration clamp with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal* 45:114-121.
- Dinniss, A., Stafford, K., Mellor, D., Bruce, R. et Ward, R. (1999) The behaviour pattern of lambs after castration using a rubber ring and/or castrating clamp with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal* 47:198-203.
- Dýrmondsson, Ó.R. (1981) Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs: a review. *Livestock Production Science* 8:55-65.
- Eales, A. (1987). Watery mouth. *In Practice* 9:12-17.
- Farm Animal Welfare Council. (2008) *FAWC report on the implications of castration and tail docking for the welfare of lambs*. Available at <http://www.fawc.org.uk/reports.htm>
- Field, R.A. (1971) Effect of castration on meat quality and quantity. *Journal of Animal Science* 32:849-858.

- Fisher, M.W., Bray, A.R. et Johnstone, P.D. (2010) Implications of removing or altering the testicles of ram lambs on the financial returns from carcasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53:135-143.
- Hosie, B.D., Carruthers, J. et Sheppard, B.W. (1996) Bloodless castration of lambs: Results of a questionnaire. *British Veterinary Journal* 152:47-55.
- Johnson, C.B., Stafford, K.J., Sylvester, S.P., Ward, R.N., Mitchinson, S.L. et Mellor, D.J. (2005) Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetized with halothane in oxygen. *New Zealand Veterinary Journal* 53:433-437.
- Johnson, C.B., Sylvester, S.P., Stafford, K.J., Mitchinson, S.L., Ward, R.N. et Mellor, D.J. (2009) Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetized with halothane in oxygen from birth to 6 weeks old. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 36:273-279.
- Kent, J., Molony, V. et Graham, M. (1998) Comparison of methods for the reduction of acute pain produced by rubber ring castration or tail docking of week-old lambs. *The Veterinary Journal* 155:39-51.
- Kent, J., Jackson, R., Molony, V. et Hosie, B. (2000) Effects of acute pain reduction methods on the chronic inflammatory lesions and behaviour of lambs castrated and tail docked with rubber rings at less than two days of age. *The Veterinary Journal* 160:33-41.
- Lester, S., Mellor, D., Holmes, R., Ward, R. et Stafford, K. (1996) Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 44:45-54.
- Lester, S., Mellor, D., Ward, R. et Holmes, R. (1991) Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 39:134-138.
- Melches, S., Mellema, S.C., Doherr, M.G., Wechsler, B. et Steiner, A. (2007) Castration of lambs: A welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. *Veterinary Journal* 173:554-563.
- Mellema, S.C., Doherr, M.G., Wechsler, B., Thueer, S. et Steiner, A. (2006) Influence of local anaesthesia on pain and distress induced by two bloodless castration methods in young lambs. *Veterinary Journal* 172:274-283.
- Mellor, D. et Stafford, K. (2000) Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 48:33-43.
- Mellor, D.J., Molony, V. et Robertson, I.S. (1991) Effects of castration on behaviour and plasma-cortisol concentrations in young lambs, kids and calves. *Research in Veterinary Science* 51:149-154.
- Misock, J.P., Champion, D.R., Field, R.A. et Riley, M.L. (1976) Palatability of heavy ram lambs. *Journal of Animal Science* 42:1440-1444.

Molony, V., Kent, J.E., Hosie, B.D. et Graham, M.J. (1997) Reduction in pain suffered by lambs at castration. *Veterinary Journal* 153:205-213.

Molony, V., Kent, J.E., Viñuela-Fernández, I., Anderson, C. et Dwyer, C.M. (2012) Pain in lambs castrated at 2 days using novel smaller and tighter rubber rings with and without local anaesthetic. *Veterinary Journal*, 193:81-86.

Paull, D.R., Lee, C., Colditz, I.G. et Fisher, A.D. (2009) Effects of a topical anaesthetic formulation and systemic carprofen, given singly or in combination, on the cortisol and behavioural responses of Merino lambs to castration. *Australian Veterinary Journal* 87:230-237.

Paull, D.R., Small, A.H., Lee, C., Palladin, P. et Colditz, I.G. (2012) Evaluating a novel analgesic strategy for ring castration of ram lambs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 39:539-549.

Seideman, S.C., Cross, H.R., Oltjen, R.R. et Schanbacher, B.D. (1982) Utilization of the intact male for red meat production: a review. *Journal of Animal Science* 55:826-840.

Stafford, K.J., Mellor, D.J., Todd, S.E., Bruce, R.A. et Ward, R.N. (2002) Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Research in Veterinary Science* 73:61-70.

Stoffel, M.H., Rotz, A.V., Kocher, M., Merkli, M., Boesch, D. et Steiner, A. (2009) Histological assessment of testicular residues in lambs and calves after Burdizzo castration. *Veterinary Record* 164:523-528.

Sutherland, M.A., Stafford, K.J., Mellor, D.J., Gregory, N.G., Bruce, R.A. et Ward, R.N. (2000) Acute cortisol responses and wound healing in lambs after ring castration plus docking with or without application of a castration clamp to the scrotum. *Australian Veterinary Journal* 78:402-405.

Thorton, P.D. & Waterman-Pearson, A.E. (1999) Quantification of the pain and distress responses to castration in young lambs. *Research in Veterinary Science* 66:107-118.

Thorton, P.D. & Waterman-Pearson, A.E. (2002) Behavioural response to castration in lambs. *Animal Welfare* 11:203-212.

EXÉCUTION SIMULTANÉE DE LA CASTRATION ET DE LA CAUDECTOMIE

Dans bien des cas, la castration et la caudectomie sont effectuées simultanément chez les agneaux. Vous trouverez au tableau A.3 de l'annexe 2 les réponses induites par l'exécution simultanée de la castration et de la caudectomie.

Castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie à l'anneau de caoutchouc : On remarque une hausse de la concentration plasmatique de noradrénaline pendant la première heure et une réponse en cortisol et en ACTH plasmatique marquée pendant les trois premières heures (Sutherland et coll., 1999; Mellor et coll., 2002; Peers et coll., 2002), mais qui dure 24 heures (Clark et coll., 2011). La pression artérielle et le rythme cardiaque sont également en hausse pendant 4 heures (Peers et coll., 2002). On assiste à une augmentation du comportement actif, de la posture anormale et du score intégré de la douleur pendant l'heure et demie subséquente (Kent et coll., 1995; Grant, 2004) et à une agitation accrue pendant 3 heures (Molony et coll., 1993). Price et Nolan (2001) ont remarqué que la concentration plasmatique d'haptoglobine dans les deux jours suivant la procédure était sensiblement la même que celle observée chez le groupe témoin.

L'administration d'un AL par voie épidurale ainsi que dans le cordon testiculaire, dans le collet du scrotum et dans les testicules (Wood et coll., 1991), ou uniquement dans le collet du scrotum, et non seulement dans les testicules peut également réduire la réponse en cortisol plasmatique (Sutherland et coll., 1999). Wood et coll. (1991) ont remarqué que l'administration de naloxone IV (un antagoniste opioïde) 50 minutes avant la procédure n'avait pas d'influence significative sur la réponse en cortisol plasmatique pendant la première heure. Price et Nolan (2001) ont rapporté que l'administration sous-cutanée (SC) d'un AINS (carprofène) une demi-heure avant la procédure n'avait pas réduit de façon significative la réponse comportementale active.

Kent et coll. (1993) ainsi que Molony et coll. (1993) ont remarqué que la concentration plasmatique maximale de cortisol au cours des trois premières heures était considérablement plus élevée, mais que les agneaux âgés de 5 jours étaient moins agités que les agneaux âgés de 21 et de 42 jours.

Kent et coll. (2004) ont relevé que lorsque cette procédure était effectuée sur des agneaux âgés entre 12 et 36 heures, le taux de mortalité était de 3,2 % au cours des 32 jours subséquents. On pense que cela est principalement associé à la septicémie et à la polyarthrite, même si les lésions à la queue et au scrotum semblaient normales.

Comparaisons entre la castration à l'anneau de caoutchouc et la caudectomie à l'anneau de caoutchouc et d'autres techniques

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration à l'anneau et la pince combinés et à la caudectomie à l'anneau et la pince combinés sans AL

↑ concentration plasmatique maximale de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1995)
↑ agitation et posture anormale pendant 3 heures (Molony et coll., 1993; Kent et coll., 1995)

↑ agitation et comportement actif pendant 2 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration à l'anneau et la pince combinés et à la caudectomie à l'anneau sans AL

↑ comportement actif pendant 2 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration à l'anneau et la pince combinés et à la caudectomie à l'anneau et la pince combinés sans AL

↑ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 2001)

↑ agitation et comportement actif pendant 2 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration à la pince et à la caudectomie à la pince sans AL

↑ concentration plasmatique maximale de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1995)

↑ agitation et posture anormale pendant 1 heure et demie (Kent et coll., 1995)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration chirurgicale et à la caudectomie chirurgicale sans AL

↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 4 heures (Lester et coll., 1991)

↑ agitation pendant 1 heure (Lester et coll., 1996)

↑ agitation et postures anormales pendant 3 heures (Molony et coll., 1993)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration avec l'anneau et la pince combinés et à la caudectomie au fer à chaud sans AL

↑ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 2001)

↑ agitation, comportement actif et postures anormales pendant 2 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la castration à l'anneau sans AL

↑ comportement actif, posture anormale et score intégré de la douleur pendant 1 heure et demie (Grant, 2004)

↑ agitation pendant 1 heure (Lester et coll., 1996)

Castration à l'anneau et caudectomie à l'anneau sans AL comparativement à la caudectomie à l'anneau sans AL

↑ comportement actif, posture anormale et score intégré de la douleur pendant 1 heure et demie (Grant, 2004)

↑ agitation pendant 1 heure (Lester et coll., 1996)

↑ concentration plasmatique de cortisol pendant 4 heures (Lester et coll., 1991)

Castration à l'anneau et à la pince combinés et caudectomie à l'anneau et à la pince combinés : On remarque une hausse de la concentration plasmatique de cortisol pendant 2 ou 3 heures (Kent et coll., 1993; Dinnis et coll., 1997) et un accroissement de la posture anormale, du comportement actif et de l'agitation dans les 2 premières heures suivant la procédure (Kent et coll., 2001). Kent et coll. (2004) ont relevé que lorsque cette procédure était effectuée sur des

agneaux âgés entre 12 et 36 heures, le taux de mortalité était de 2,8 % au cours des 32 jours subséquents. Chez les agneaux âgés entre 4 et 6 jours, Kent et coll. (2001) n'ont relevé aucune différence marquée sur les plans du cortisol ou des réponses comportementales lorsque cette procédure était effectuée au moyen d'une pince Burdizzo, d'une pince Ritchey Little Nipper ou d'une pince assistée. Molony et coll. (1993) n'ont pas noté de différence marquée dans la réponse comportementale (agitation et postures anormales) lorsque cette procédure était effectuée chez des agneaux âgés de 5, 21 et 42 jours.

Comparaisons entre la castration à l'anneau et à la pince et la caudectomie à l'anneau et la pince et d'autres techniques

Castration à l'anneau et à la pince et caudectomie à l'anneau et à la pince sans AL comparativement à la castration à l'anneau et à la pince et à la caudectomie à l'anneau sans AL

↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et à la pince et caudectomie à l'anneau et à la pince sans AL comparativement à la castration à l'anneau et à la pince et à la caudectomie à l'anneau sans AL

↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et la pince et caudectomie à l'anneau et à la pince sans AL comparativement à la castration à l'anneau et à la pince et à la caudectomie au fer chaud sans AL

↑ agitation et comportement actif pendant 2 heures (Kent et coll., 2001)

Castration à l'anneau et la pince et caudectomie à l'anneau et la pince sans AL comparativement à la castration à l'anneau et à la caudectomie à l'anneau sans AL

↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1995)

↓ agitation pendant 1 heure et demie (Kent et coll., 1995)

Castration à l'anneau et à la pince et caudectomie à l'anneau et la pince sans AL comparativement à la castration à la pince et à la caudectomie à la pince sans AL

↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1995)

Castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud : On remarque une hausse de la réponse en cortisol plasmatique pendant les 4 premières heures (Lester et coll., 1991), un accroissement de l'agitation pendant la première heure (Lester et coll., 1996) et davantage de décubitus anormaux pendant les 4 premières heures (Paull et coll., 2009). Paull et coll. (2009) ont rapporté que l'administration SC d'un AINS (carprofène) 90 minutes avant la procédure n'avait pas réduit de façon significative la réponse en cortisol plasmatique, mais avait réduit la fréquence des comportements liés à la douleur pendant la première heure.

Comparaisons entre la castration à l'anneau de caoutchouc et la caudectomie au fer chaud et d'autres techniques

Castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud sans AL comparativement à la castration chirurgicale et à la caudectomie chirurgicale sans AL
↓ concentration plasmatique de cortisol pendant 4 heures (Lester et coll., 1991)
↓ agitation pendant 1 heure (Lester et coll., 1996)

Castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud sans AL comparativement à la caudectomie au fer chaud sans AL
↑ concentration plasmatique de cortisol pendant 4 heures (Lester et coll., 1991)

Castration à la pince et caudectomie à la pince : On remarque une hausse de la concentration plasmatique de cortisol et un accroissement de l'agitation et de la posture anormale dans les 3 heures suivant la procédure (Kent et coll., 1995).

Castration à la pince et caudectomie à la pince sans AL comparativement à la castration à l'anneau et à la pince et à la caudectomie à l'anneau et à la pince sans AL
↑ concentration plasmatique maximale de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1995).

Castration chirurgicale et caudectomie chirurgicale : On remarque une hausse de la concentration plasmatique de cortisol pendant 6 heures (Lester et coll., 1991) et un accroissement de l'agitation pendant 1 heure (Lester et coll., 1996). L'AL topique réduit la réponse à la stimulation des plaies entre 2 et 4 heures (Lomax et coll., 2010).

Castration chirurgicale sans cautérisation thermique (en prévention des hémorragies) et caudectomie à la pince et chirurgicale suivie d'une cautérisation thermique : On remarque une hausse de la concentration plasmatique de cortisol pendant 3 heures (Kent et coll., 1993), mais l'agitation et les postures anormales pendant les 3 premières heures sont sensiblement les mêmes que celles observées chez le groupe témoin manipulé (Molony et coll., 1993).

Castration chirurgicale et caudectomie au fer chaud : Chez des agneaux âgés de 5 semaines dont les plaies de castration et de caudectomie ont été vaporisées d'un anesthésique topique (Tri-Solfen), on remarque une hausse des concentrations plasmatiques de cortisol et d'haptoglobine jusqu'à 48 heures et davantage de roulements pendant 1 heure (Paull et coll., 2009). L'administration SC d'un AINS (carprofène) 90 minutes avant la procédure a réduit la réponse en cortisol plasmatique à 6 heures et la réponse comportementale pendant première heure.

Effets de l'âge : Kent et coll. (1993) ont démontré que les agneaux qui avaient subi une castration et une caudectomie à l'âge de 5 jours (au moyen d'anneaux de caoutchouc, par chirurgie ou au moyen d'anneaux de caoutchouc et de pinces Burdizzo combinés) avaient eu une réponse en cortisol plasmatique plus hâtive et plus marquée que les agneaux soumis à ces procédures à l'âge de 21 et de 42 jours. Les agneaux ayant subi une castration et une caudectomie au moyen d'anneaux de caoutchouc à l'âge de 5 jours étaient moins agités dans l'heure subséquente que les agneaux soumis à ces procédures à l'âge de 21 et de 42 jours (Molony et coll. 1993). Les réponses comportementales étaient toutefois relativement semblables chez les agneaux de 5, 21 et 42 jours. La réponse intégrée en cortisol, sur une

période de 4 heures chez les agneaux Dorset âgés de 1, 3, 5 ou 7 jours à la suite d'une caudectomie à l'anneau de caoutchouc, d'une castration et d'une caudectomie à l'anneau et la pince combinés ou de l'administration d'ACTH, diminuait avec l'âge de l'agneau (Mellor & Murray, 1989). Cet effet de l'âge n'a cependant pas été observé chez les agneaux Scottish Blackface. Ces observations laissent supposer que l'effet de l'âge sur les réponses en cortisol de la castration et de la caudectomie combinées pourrait être attribuable aux changements développementaux plutôt que d'être nécessairement dû à un changement à la réponse à la douleur évoluant avec l'âge. Bien que les réponses comportementales à la castration et à la caudectomie à l'anneau de caoutchouc fussent chez les agneaux âgés de 5 jours similaires à celles des agneaux de 21 ou de 42 jours, l'agitation accrue à la suite de la pose d'un anneau de caoutchouc chez les agneaux plus âgés peut être associée à une réponse à la douleur.

Interprétation des résultats de recherche sur la caudectomie et sur la castration : La littérature sur la castration et sur la caudectomie a fait l'objet d'une revue. Pour faciliter l'interprétation, on a accordé une attention particulière aux études portant distinctement sur la castration et sur la caudectomie. La littérature à ce sujet est vaste et difficile à étudier. En raison des écarts observés entre les études, il s'est avéré impossible de comparer de manière satisfaisante les différentes procédures de chacune. Toutefois, des études comparatives ont permis de comparer les effets relatifs des diverses procédures.

Toutes les procédures nécessitent une certaine forme de manipulation et de contention susceptible de cause du stress (Mellor & Stafford, 1999). Seuls les résultats réputés statistiquement significatifs ont été retenus, à savoir les résultats entre le traitement/post-traitement et le prétraitement plus marqués que ceux observés chez les animaux témoins manipulés (non soumis à une procédure telle la castration ou la caudectomie) ou entre différentes techniques d'exécution de la procédure. Comme l'interprétation requiert le recours à différents types d'information, il est possible que des réviseurs différents interprètent différemment les résultats. Par conséquent, les revues de la littérature publiées par des tiers ont été incluses dans le présent examen afin de permettre la comparaison de l'interprétation des résultats.

Mellor et Stafford (2000) ont utilisé les réponses intégrées en cortisol plasmatique pour classer la gravité des différentes procédures occasionnant une détresse. Les réponses comportementales et pathologiques n'ont pas été retenues aux fins de ce classement. Ce sont les techniques chirurgicales de la castration et/ou de la caudectomie qui ont été jugées causer le plus de détresse. Venaient ensuite la plupart des techniques de castration et de caudectomie simultanées et de castration uniquement, qu'elles soient à l'anneau ou à l'anneau et à la pince combinés, sans anesthésique local ou analgésique systémique. C'est la castration à l'anneau et la pince combinés lorsque la pince est appliquée pendant 10 secondes sur toute la largeur du scrotum distale à l'anneau chez les agneaux âgés de plus d'une semaine qui a été jugée la moins grave. La caudectomie à l'anneau et à la pince de façon similaire ont reçu le même constat de faible gravité.

Molony et Kent ont jugé que les comportements actifs comme la ruade, le roulement et l'agitation sont attribuables aux agneaux qui souffrent inévitablement, tandis que les postures d'immobilité (posture statique, position assise en chien et activité réduite) indiquent l'évitement à tout le moins d'une certaine douleur. Les postures d'immobilité semblaient destinées à

minimiser la stimulation des tissus sensibilisés et laissent supposer qu'en se tenant immobiles, les agneaux éprouvaient moins de douleur qu'en bougeant (Kent et coll., 1995; Molony et coll. 1993). Molony et coll. (2002) ont analysé une gamme de réponses à différentes formes de castration et de caudectomie à l'anneau de caoutchouc et conclu que les changements dans la fréquence des comportements actifs et le temps passé dans des postures anormales semblaient des indicateurs fiables de la gravité de la douleur aiguë attribuable à la castration et à caudectomie l'anneau de caoutchouc chez les jeunes agneaux.

Le Conseil pour le bien-être des animaux d'élevage (2008) a publié un rapport détaillé sur l'incidence de la castration et de la caudectomie sur le bien-être. Bien que le rapport ne contienne aucune citation, il portait sur la recherche menée jusqu'en 2004. Son interprétation comprenait les constatations suivantes sur les répercussions de chacune des techniques de castration sur le bien-être :

- 1) Toutes les techniques de castration causent de la douleur et de la détresse.
- 2) Il est difficile d'interpréter les réponses comportementales des agneaux castrés au moyen d'une procédure par rapport à une procédure différente nécessairement indicatrice d'une réponse plus grave. Les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc, par exemple, ont des réponses comportementales actives et adoptent des postures anormales tandis que les agneaux castrés chirurgicalement semblent minimiser leurs mouvements pour réduire la douleur causée par leurs plaies.
- 3) La castration à l'anneau de caoutchouc est douloureuse à tous les âges.
- 4) La castration chirurgicale cause moins de détresse que les autres techniques.
- 5) La technique de la pince et de l'anneau combinés réduit la réponse de douleur aiguë dans les 3 heures à la suite d'une castration à l'anneau de caoutchouc uniquement.
- 6) L'AL peut être efficace pour réduire la réponse de douleur aiguë causée par la castration.

Son interprétation comprenait les constatations suivantes sur les répercussions de chacune des techniques de caudectomie sur le bien-être :

- 1) Les réponses en cortisol indiquent que la douleur et la détresse associées à la caudectomie à l'anneau de caoutchouc, à la pince et au fer chaud sont généralement moins graves que celles associées à la plupart des techniques de castration.
- 2) L'injection d'un AL dans la queue peut réduire la douleur associée à toutes les techniques de caudectomie.
- 3) Rien n'indique que la réponse à la douleur chez les agneaux de moins d'une semaine castrés à l'anneau de caoutchouc est moindre que chez les agneaux plus âgés.
- 4) Comparativement à la castration à l'anneau de caoutchouc, les réponses en cortisol à la suite d'une caudectomie à l'anneau de caoutchouc sont moins graves.
- 5) Les réponses comportementales et en cortisol à la caudectomie chirurgicale sont plus marquées que celles attribuables à d'autres techniques.
- 6) La réponse en cortisol à la caudectomie au fer à chaud est similaire à celle de la caudectomie à l'anneau de caoutchouc.

Hosie et Dwyer (2006) ont jugé que toutes les techniques de castration causent des degrés différents de douleur aiguë. L'AL peut contrôler la douleur liée à la castration. Selon leur interprétation de la littérature, les techniques de castration par chirurgie ou à la pince (Burdizzo) semblaient causer moins de douleur *chronique* que la technique de castration à l'anneau de caoutchouc ou que la technique à l'anneau de caoutchouc et à la pince combinés.

Sutherland et Tucker (2011) ont interprété comme suit la littérature sur la caudectomie :

- 1) La caudectomie cause une douleur aiguë qui se mesure par des changements physiologiques et comportementaux.
- 2) Compte tenu de la nature propre à la procédure de la réponse comportementale, il est difficile de comparer directement la gravité des différentes techniques.
- 3) Toutes les techniques de caudectomie ont entraîné des changements comportementaux indicateurs de douleur aiguë, en particulier les techniques à l'anneau de caoutchouc et chirurgicales.
- 4) Les concentrations de cortisol augmentent après la pose d'un anneau et demeurent élevées entre 1 et 2 heures, comparativement à celles observées chez agneaux témoins manipulés.
- 5) Les concentrations de cortisol augmentent après la caudectomie chirurgicale et demeurent élevées jusqu'à 4 heures, mais reviennent à leurs valeurs de base le troisième jour suivant la procédure.
- 6) La cautérisation de la plaie après l'amputation de la queue réduit les concentrations de cortisol à des niveaux similaires à ceux observés chez les agneaux témoins manipulés.
- 7) Dans certaines situations, un anesthésique local et un analgésique peuvent atténuer la douleur causée par la caudectomie.

Références

Clarke, C., Mendl, M., Jamieson, J., Arnone, A., Waterman-Pearson, A. et Murrell, J. (2011) Do psychological and physiological stressors alter the acute pain response to castration and tail docking in lambs? *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 38:134-145.

Dinniss, A., Mellor, D., Stafford, K., Bruce, R. et Ward, R. (1997) Acute cortisol responses of lambs to castration using a rubber ring and/or a castration clamp with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal* 45:114-121.

Farm Animal Welfare Council. (2008) *FAWC report on the implications of castration and tail docking for the welfare of lambs*. Disponible sur le site <http://www.fawc.org.uk/reports.htm>

Grant, C. (2004) Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87:255-273.

Hosie, B. et Dwyer, C. (2006) *Comparison of castration methods*. Scottish Agricultural College, Research and Development, Animal Welfare. Disponible sur le site <http://www.sac.ac.uk/research/themes/animalhealth/animalhealthwelfare/sheep/lambing/castration/methods/>

- Kent, J.E., Molony, V. et Graham, M.J. (2001) The effect of different bloodless castrators and different tail docking methods on the responses of lambs to the combined burdizzo rubber ring method of castration. *Veterinary Journal* 162:250-254.
- Kent, J., Molony, V. et Robertson, I. (1993) Changes in plasma cortisol concentration in lambs of three ages of three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55:246-351.
- Kent, J.E., Molony, V. et Robertson, I.S. (1995) Comparison of the Burdizzo and rubber ring methods for castrating and tail docking lambs. *Veterinary Record* 136:192-196.
- Kent, J.E., Thrusfield, M.V., Molony, V., Hosie, B.D. et Sheppard, B.W. (2004) Randomised, controlled field trial of two new techniques for the castration and tail docking of lambs less than two days of age. *Veterinary Record* 154:193-200.
- Lester, S., Mellor, D., Holmes, R., Ward, R. et Stafford, K. (1996) Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 44:45-54.
- Lester, S.J., Mellor, D.J. et Ward, R.N. (1991b) Effects of repeated handling on the cortisol responses of young lambs castrated and tailed surgically. *New Zealand Veterinary Journal* 39:147-149.
- Lester, S., Mellor, D., Ward, R. et Holmes, R. (1991) Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 39:134-138.
- Lomax, S., Dickson, H., Sheil, M. et Windsor, P.A. (2010) Topical anaesthesia alleviates short-term pain of castration and tail docking in lambs. *Australian Veterinary Journal* 88:67-74.
- Mellor, D. et Stafford, K. (1999) Assessing and minimising the distress caused by painful husbandry procedures. *In Practice* 21:436-446.
- Mellor D. J. et Murray L. (1989) Changes in the cortisol responses of lambs to tail docking, castration and ACTH injection during the first seven days after birth. *Research in Veterinary Science* 46:392-395.
- Mellor, D. et Stafford, K. (2000) Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 48:33-43.
- Mellor, D.J., Stafford, K.J., Todd, S.E., Lowe, T.E., Gregory, N.G., Bruce, R.A. et Ward, R.N. (2002) A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Australian Veterinary Journal* 80:228-233.
- Molony, V., Kent, J.E. et McKendrick, I.J. (2002) Validation of a method for assessment of an acute pain in lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 76:215-238.

Molony, V., Kent, J. et Robertson, I.S. (1993) Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55:236-245.

Paull, D.R., Lee, C., Colditz, I.G. et Fisher, A.D. (2009) Effects of a topical anaesthetic formulation and systemic carprofen, given singly or in combination, on the cortisol and behavioural responses of Merino lambs to castration. *Australian Veterinary Journal* 87:230-237.

Peers, A., Mellor, D.J., Wintour, E.M. et Dodic, M. (2002) Blood pressure, heart rate, hormonal and other acute responses to rubber-ring castration and tail docking of lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 50:56-62.

Price, J. et Nolan, A.M. (2001) Analgesia of newborn lambs before castration and tail docking with rubber rings. *The Veterinary Record* 149:321-324.

Shutt, D.A., Fell, L.R., Connell, R., Bell, A.K., Wallace, C.A. et Smith, A.I. (1987) Stress-induced changes in plasma concentrations of immunoreactive β -endorphin and cortisol in response to routine surgical procedures in lambs. *Australian Journal of Biological Sciences* 40:97-103.

Sutherland, M. et Tucker, C. (2011) The long and short of it: A review of tail docking in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 135:179-191.

Sutherland, M.A., Mellor, D.J., Stafford, K.J., Gregory, N.G., Bruce, R.A., Ward, R.N. et Todd, S.E. (1999) Acute cortisol responses of lambs to ring castration and docking after the injection of lignocaine into the scrotal neck or testes at the time of ring application. *Australian Veterinary Journal* 77:738-741.

Wood, G.N., Molony, V., Fleetwoodwalker, S.M., Hodgson, J.C. et Mellor, D.J. (1991) Effects of local anesthesia and intravenous naloxone on the changes in behaviour and plasma-concentrations of cortisol produced by castration and tail docking with tight rubber rings in young lambs. *Research in Veterinary Science* 51:193-199.

TECHNIQUES D'IDENTIFICATION ET DE MEULAGE DES DENTS

Conclusions :

1. **Les étiquettes d'oreille provoquent une réponse inflammatoire attribuable à la blessure causée par leur insertion.**
2. **La gravité des lésions aux oreilles ainsi que d'autres complications peuvent être minimisées par un positionnement approprié, quel que soit le type de lésions.**
3. **Les étiquettes lisibles à distance ou électroniquement sont mieux adaptées pour éviter les manipulations des oreilles jusqu'à ce que la réponse inflammatoire se soit atténuée.**
4. **Les étiquettes en forme de boucle métallique provoquent des lésions aux oreilles plus graves et plus persistantes que d'autres types d'étiquettes d'oreille.**
(Tiré d'Edwards et coll., 2001)
5. **Le meulage des dents est inefficace et peut causer de la douleur aiguë et chronique.**

Introduction : S'il est nécessaire de marquer un ovin pour l'identifier de façon permanente, il est possible de tatouer, d'étiqueter, d'entailler ou de perforer une oreille (Primary Industries Standing Committee, 2006). L'identification individuelle des animaux est nécessaire à la bonne tenue des registres sur la santé et sur la productivité des animaux. Le programme canadien d'identification exige que tous les animaux portent une étiquette d'oreille avant d'être expédiés de leur ferme d'origine. Par conséquent, presque tous les ovins devront, à un moment ou à un autre, porter une étiquette d'oreille. Les ovins sont rarement soumis au marquage à chaud et il existe très peu de recherches sur cette procédure chez les petits ruminants. Bien qu'il s'agisse d'une méthode d'identification permanente, on peut supposer qu'elle cause de graves douleurs (Whiting, 2005). L'encochage d'oreille est également une technique d'identification potentiellement douloureuse et il a été démontré qu'il causait des douleurs aiguës chez les porcelets (Leslie et coll., 2010), mais cette technique n'a pas été examinée chez les ovins.

Étiquetage d'oreille : L'étiquetage d'oreille a été peu abordé dans la littérature scientifique, malgré qu'il s'agisse d'une pratique de gestion courante qui provoque souvent une réponse comportementale chez l'animal. Bien que le perçage du pavillon auriculaire du processus d'étiquetage devrait provoquer une certaine douleur, Grant (2004) a laissé entendre que la douleur est trop légère pour être mesurée par des méthodes de détection de la douleur liées à d'autres procédures comme la caudectomie et la castration (mouvement de la queue, changements de posture, p. ex.). On n'a observé chez des agneaux âgés entre quatre et six semaines qui avaient été étiquetés aucune posture ni aucun comportement différent de ceux qui étaient observés chez des agneaux qui avaient été uniquement manipulés (Grant, 2004).

La réaction à la pose d'une étiquette d'oreille varie quelque peu selon l'étiquette utilisée. Les agneaux étiquetés au moyen d'une étiquette à simple rabat (étiquette en polyuréthane flexible d'une seule pièce à simple rabat; étiquette Fearing Anchor 1, Fearing International Stock Aids) vocalisaient ou secouaient la tête plus souvent après l'insertion. On a également rapporté que ce

type d'étiquette était difficile à insérer comparativement à d'autres types (étiquette en forme de boucle métallique, lambtag, double flex, golf-tee et en forme de boucle de plastique) (Edwards et coll., 2001). Ces étiquettes sont également les plus susceptibles de causer des hémorragies et de faire les plus grands trous.

L'emplacement de l'étiquette d'oreille est important, puisqu'il peut influencer dans l'immédiat et à long terme sur la douleur et l'infection. Dans les abattoirs, les animaux étaient le plus souvent étiquetés au milieu de l'oreille, du côté intérieur ou extérieur (Edwards & Johnston, 1999). Dans le cas qui nous concerne, l'emplacement n'avait aucunement influé sur les lésions auriculaires observées (Edwards & Johnston, 1999). L'emplacement de l'étiquette d'oreille et le type ou le matériau de l'étiquette peuvent interagir; les étiquettes en forme de boucle de métal ou de plastique positionnées dans la partie intermédiaire caudale de l'oreille sont plus susceptibles d'endommager le bord de l'oreille (Edwards & Johnston, 1999). Puisque la pose de l'étiquette d'oreille peut introduire des bactéries dans le site, une étiquette placée trop près de la base de l'oreille peut provoquer un caillot au point d'insertion, créant un milieu anaérobie favorable à la croissance de bactéries (Aslani et coll., 1998).

Les étiquettes d'oreille sont souvent la cause de certains types de lésions à l'oreille. Dans les abattoirs, près de 94 % des étiquettes qui semblaient avoir été apposées récemment (brillantes et claires, sans signe d'usure) avaient causé des lésions auriculaires (Edwards & Johnston, 1999). Edwards et coll. (2001) ont observé que les lésions auriculaires chez les brebis s'étaient aggravées au cours des deux premières semaines suivant l'insertion de l'étiquette, mais s'étaient atténuées selon le type d'étiquette. À compter de la 20^e semaine suivant la pose de l'étiquette d'oreille, toutes les lésions, sauf celles causées par des étiquettes en forme de boucle métallique, étaient pratiquement cicatrisées. Chez les agneaux, cinq semaines après leur pose, les étiquettes d'oreille avaient en général causé des lésions auriculaires mineures, sinon aucune (Edwards et coll., 2001).

Le type d'étiquette d'oreille utilisé influe sur la quantité et sur la gravité des lésions dans l'oreille. Par exemple, ce sont les étiquettes en forme de boucle métallique Ketchum (des étiquettes d'aluminium légères) qui, une fois insérées, avaient causé le moins d'hémorragies majeures (Edwards et coll., 2001) et n'avaient endommagé que légèrement 29 %, moyennement 27 % et gravement 2 % des oreilles (Edwards & Johnston, 1999). Les hémorragies étaient plus courantes à la suite de l'insertion d'une étiquette à simple rabat (étiquette en polyuréthane flexible d'une seule pièce) (Edwards et coll., 2001). Par contre, les étiquettes en forme de boucle métallique étaient 18 fois plus susceptibles d'être associées à des lésions auriculaires majeures chez les brebis que les étiquettes lambtag (étiquette de plastique rigide en deux parties), single flex (étiquette de plastique flexible) ou golf tee (étiquette de polyuréthane en deux parties) (Edwards et coll., 2001). Les étiquettes lambtag étaient les moins susceptibles de provoquer de graves lésions dans les oreilles des agneaux, tandis que les étiquettes en forme de boucle métallique étaient 63 fois plus susceptibles de causer des lésions auriculaires majeures (Edwards et coll., 2001). Les étiquettes en forme de boucle de métal et de plastique endommagent davantage les oreilles, tant en nombre d'oreilles avec des lésions qu'en gravité des lésions (Edwards & Johnston, 1999).

Meulage/taille des dents : Le meulage ou la taille des incisives afin d'améliorer la consommation d'aliments chez les vieilles brebis (broken-mouth) n'est pas efficace (Spence et

coll., 1986; Denhold et Vizard, 1986; McGregor, 2011). De plus, cette procédure peut causer de la douleur (comme l'a indiqué l'augmentation de la concentration plasmatique de cortisol). Comme la pulpe dentaire est exposée, cela risque de causer de l'infection et de devenir douloureux (Denhold et Vizard, 1986).

Références

Aslani, M.R., Bazargani, T.T., Ashkar, A.A., Movasaghi, A.R., Raoofi, A. et Atiabi, N. (1998) Outbreak of tetanus in lambs. *Veterinary Record* 142:518-519.

Denholm, L. J., et Vizard, A. L. (1986) Trimming the incisor teeth of sheep: Another view. *Veterinary Record* 119: 182-184.

Edwards, D.S. et Johnston, A.M. (1999) Welfare implications of sheep ear tags. *Veterinary Record* 144:603-606.

Edwards, D.S., Johnston, A.M. et Pfeiffer, D.U. (2001) A comparison of commonly used ear tags on the ear damage of sheep. *Animal Welfare* 10:141-151.

Grant, C. (2004) Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87:255-273.

Leslie, E., Hernández-Jover, M., Newman, R. et Holyoake, P. (2010) Assessment of acute pain experience by piglets from ear tagging, ear notching and intraperitoneal injectable transponders. *Applied Animal Behaviour Science* 127:86-95.

McGregor, B. A. (2011) Incisor development, wear and loss in sheep and their impact on ewe production, longevity and economics: A review. *Small Ruminant Research* 95: 79-87.

Primary Industries Ministerial Council. Commonwealth of Australia and each of its States and Territories (2006) *The Sheep*. 2nd edition. Model Code of Practice for the Welfare of Animals. CSIRO Publishing. Disponible sur le site <http://www.publish.csiro.au/Books/download.cfm?ID=5389>

Spence, J. A., Hooper, G. E. et Austin, A. R. (1986) Trimming incisor teeth of sheep. *Veterinary Record* 118: 617.

Whiting, T.L. (2005) Hot iron branding – Not a reasonable requirement for international trade in live ruminants. *Canadian Veterinary Journal* 46:1042-1046.

7. LA NEIGE COMME SOURCE D'EAU

Conclusions :

1. **Les ovins ont une motivation fondamentale de soif qui les incite à boire de l'eau et l'eau est essentielle à de nombreux processus de l'organisme.**
2. **Les ovins ont des mécanismes physiologiques efficaces pour faire face à des périodes de restriction d'eau et ils résistent mieux que les humains au manque d'eau. Leurs conditions de bien-être, toutefois, se détériorent s'ils n'ont pas un apport suffisant en eau.**
3. **On ne dispose pas de données scientifiques suffisantes pour tirer des conclusions fermes sur les répercussions du recours à la neige comme seule source d'eau sur le bien-être des ovins. Le peu de données disponibles n'a révélé aucune difficulté grave lorsque la neige est l'unique source d'eau. D'autres études seront toutefois requises pour évaluer les conséquences sur le bien-être dans diverses conditions, p. ex. lorsque les besoins en eau sont supérieurs à la normale pour diverses raisons comme le type de régime, la lactation et des problèmes de santé. Les conséquences de la densité de la neige sur la capacité des ovins à l'ingérer et les facteurs influant sur la prise de neige doivent faire l'objet d'études.**
4. **Les ovins semblent préférer une neige propre et poudreuse à une neige dure, croûtée ou salie.**

Introduction : La qualité et la quantité de l'eau disponible peuvent avoir une incidence considérable sur les ovins. La littérature scientifique n'a accordé que très peu d'attention à l'accès sans restriction à de la neige comme seule source d'eau pour les ovins. Afin de déterminer si la neige est une source adéquate d'eau pour les ovins, et s'il existe des circonstances où elle ne l'est pas, nous avons présenté des travaux sur des aspects de la consommation d'eau et des besoins en eau, ainsi que certaines études portant sur d'autres espèces qui utilisent la neige comme source d'eau. Une grande partie de ces études remonte à plusieurs années et, bien que certains aspects restent valables, les méthodes de collecte de données scientifiques s'étant grandement améliorées ces dernières années, les résultats de ces études antérieures doivent être interprétés avec prudence.

Pourquoi les ovins doivent-ils consommer de l'eau? Les animaux ont une motivation fondamentale de soif qui les incite à s'abreuver. Les besoins en eau des ovins sont comblés essentiellement par trois sources : l'eau d'abreuvement, l'eau présente dans la nourriture et l'eau métabolique (soit l'eau générée par le traitement biochimique des nutriments digérés). Puisque l'eau est essentielle à la vie, les animaux ont développé des mécanismes comportementaux qui leur permettent de combler les pertes hydriques en s'abreuvant (National Research Council [NRC], 2007). Étant donné le grand nombre de facteurs en cause, il est difficile de déterminer les besoins particuliers en eau. Lorsque les animaux ont libre accès à de l'eau, on suppose souvent que leur consommation d'eau correspond à leurs besoins. Il est possible que le besoin

d'étanchement de la soif ou que la motivation d'abreuvement excède les besoins nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

L'eau est le constituant principal du corps, particulièrement chez les jeunes animaux. Tandis que les animaux se développent et progressent vers la maturité, la teneur en eau du corps décline, passant d'une masse d'environ 80 % à quelque 55 à 80 %. Le corps utilise l'eau pour de nombreuses fonctions telles la dissolution de composants cellulaires, l'absorption, la circulation et l'excrétion. L'eau contenue dans le corps transporte la chaleur, les hormones, les ions, les nutriments et les métabolites (NRC, 2007). L'eau est indispensable aux processus métaboliques; dans l'anabolisme, l'eau est extraite des molécules pour générer de plus grandes molécules et, dans le catabolisme, l'eau sert à briser les grosses molécules en petites molécules destinées à d'autres fins. L'eau est également un facteur déterminant de la pression de turgescence des cellules et des tissus (Kamphues et Schulz, 2002). L'eau est directement ou indirectement liée à la production de salive ou d'autres sécrétions du système digestif, ainsi qu'à d'autres processus tels la déglutition, la respiration et le transport dans l'appareil gastro-intestinal.

L'eau représente également une part importante d'autres produits, notamment le lait et l'urine (Kamphues et Schulz, 2002). La production d'urine est essentielle pour favoriser l'élimination des toxines métaboliques. En période de restriction d'eau, les ovins ont une bonne capacité de produire une urine fortement concentrée. Les pertes insensibles d'eau sont aussi dues à l'évaporation causée par la respiration, la sudation, la bave et le léchage (NRC, 2007).

Critères d'évaluation des conséquences de la restriction d'eau sur le bien-être des ovins : Si la neige comme unique source d'eau restreint l'apport en eau chez les ovins, il faut établir certains critères pour évaluer l'incidence potentielle de toute restriction d'eau sur le bien-être des ovins. Cockram et Mitchell (1999) ont décrit certains de ces critères par rapport à la restriction d'eau pendant le transport. Le principal critère permettrait de déterminer si les ovins peuvent survivre uniquement avec de la neige comme source d'eau, notamment par l'évaluation des taux de mortalité. Un autre critère permettrait d'observer chez les ovins des signes de souffrance lorsque la neige est leur unique source d'eau, notamment par l'évaluation des signes comportementaux et physiologiques de détresse. Un troisième critère permettrait d'observer des signes cliniques ou physiologiques de déshydratation chez les ovins, par l'évaluation des signes cliniques et des changements dans la composition sanguine et corporelle symptomatiques de déshydratation. Un autre encore permettrait de déterminer si les ovins subissent d'importants changements physiologiques afin de conserver leur eau corporelle ou de la redistribuer en réaction à une restriction d'eau. Le comportement des ovins lorsqu'on leur présente de l'eau peut aussi servir à déterminer l'intensité de leur soif à la suite de nombreuses périodes de restriction d'eau. Dans certaines circonstances, toutefois, il est possible qu'un mouton soit assoiffé, mais que la motivation à l'égard d'un autre comportement, l'alimentation p. ex., soit plus marquée que la motivation d'abreuvement. Chez les humains, on associe la soif à la sécheresse de la bouche et de la gorge (Fitzsimons, 1972), mais on ne peut automatiquement supposer que la soif se manifeste chez les ovins comme chez les humains. Bien que le passage de l'eau sur les récepteurs oropharyngés puisse temporairement inhiber la motivation d'abreuvement chez les ovins privés d'eau, l'abreuvement est principalement contrôlé par d'autres facteurs comme le degré d'hydratation du contenu du rumen (Bott et coll., 1965) et les récepteurs du liquide interstitiel (Park et coll., 1986). Il est raisonnable de penser qu'un animal déshydraté qui recherche avidement de l'eau et qui en boit a soif (Fitzsimons, 1972); toutefois, le début de la

consommation d'eau n'est pas toujours un indicateur fiable du développement d'un déséquilibre hydrique. Cela s'explique par le fait que l'abreuvement s'effectue la plupart du temps lorsqu'il ne manque pas d'eau, mais pour permettre aux animaux de prévoir leurs futurs besoins en eau. Cet abreuvement secondaire dépend des conditions environnementales, du rythme circadien, des habitudes d'alimentation et du régime (Fitzsimons, 1972). Cependant, l'abreuvement primaire est une réponse d'urgence à un déficit du liquide organique et il se produit à toute heure du jour ou de la nuit. Les ruminants peuvent résister à un niveau plus élevé de déshydratation que la plupart des mammifères monogastriques (Cole, 1995). Cette capacité est liée à leur aptitude, en cas de déshydratation, à utiliser l'eau présente dans le rumen (Silanikove, 1994). Les deux premiers jours de privation d'eau et de nourriture chez les ovins, l'eau absorbée par l'appareil digestif devrait être suffisante pour prévenir la déshydratation (Hecker et coll., 1964). Chez les ovins, les réponses homéostatiques à la déshydratation qui contribuent à conserver les fluides corporels stimulent la soif et augmentent la sécrétion de vasopressine entraînant une réduction de l'excrétion urinaire de l'eau (McKinley et coll., 1983). Même à des températures ambiantes jusqu'à 32 °C, le volume plasmatique chez les moutons Merino peut être maintenu sans accès à de l'eau d'abreuvement pendant au moins trois jours (MacFarlane et coll., 1961). Si la déshydratation persiste, le volume du liquide extracellulaire diminue, le sodium est retenu et l'osmolalité plasmatique augmente. Comme on le verra ci-dessous, une diminution de la consommation de matière sèche est un autre signe précoce d'un apport insuffisant en eau.

La littérature sur la consommation de neige comme source d'eau chez les ovins : L'unique étude quantitative sur les effets psychologiques et sur les effets sur la production de l'approvisionnement en neige comme unique source d'eau chez les ovins a été menée par Degen et Young (1981). Huit brebis métisses Suffolk, chacune allaitant un agneau mâle, étaient gardées dans un champ et recevaient chacune 2 kg de bouchons de luzerne déshydratée quotidiennement. Les agneaux avaient accès à des aliments concentrés. À la 4^e semaine de lactation, après une chute de neige ayant laissé une couverture de neige permanente, les brebis ont été réparties en deux groupes en fonction de leur poids vif et de leur date d'agnelage. On a ensuite, jusqu'à la 14^e semaine de lactation, cessé de donner de l'eau à un des groupes dont l'unique source d'eau devenait la neige dans le champ. Pendant ce temps, on a continué de fournir au second groupe de l'eau en quantités mesurées. Compte tenu de la petite dimension des groupes, cette étude n'a pas permis d'établir de différence. La température maximale moyenne de l'air était légèrement au-dessus du point de congélation, soit à 0,5 °C entre les 4^e et 14^e semaines de lactation et à 0,9 °C entre les 10^e et 12^e semaines de lactation. Entre les 4^e et 14^e semaines de lactation, la consommation d'eau (kg/j) des ovins gardés sur la neige (entre 2,86 et 3,47) était considérablement inférieure à celle des brebis qui avaient accès à de l'eau (entre 4,28 et 4,56). On n'a noté aucune différence marquée ni dans la consommation de nourriture ni dans le rendement laitier entre les deux groupes. Au cours de cette période, le rendement laitier a varié entre 1,33 kg/j à la 6^e semaine de lactation et 0,64 kg/j au cours de la 14^e semaine de lactation. On n'a toutefois pas étudié les effets de l'approvisionnement en neige comme unique source d'eau en périodes de lactation maximales, soit avant le début de l'étude au cours des 2^e et 4^e semaines de lactation alors que le rendement laitier était de 1,47 kg/j. Au cours des 6^e, 8^e, 10^e, 12^e et 14^e semaines de lactation, on n'a relevé aucune différence dans l'osmolalité plasmatique des deux groupes. L'osmolalité maximale du groupe ayant accès uniquement à de la neige était de 299 mOsmol/kg. Cette valeur est inférieure à celle relevée chez les ovins déshydratés et est considérée normale. Bien que moins utile pour évaluer la déshydratation chez les ovins, la valeur d'hématocrite n'était pas significativement différente entre les deux groupes. Il n'y avait

pas de différence marquée dans le poids vif ni dans la valeur d'hématocrite des brebis allaitantes des deux groupes. Degen et Young (1981) ont présenté les commentaires annotés suivants : « Les brebis n'ayant pas accès à de l'eau ont accepté d'emblée la neige dans les 24 heures et aucun comportement inhabituel ou de détresse, comme des bêlements, n'a été observé. Après quelques jours du traitement, les brebis abreuvées de neige ont ingéré de la neige immédiatement après la période d'affouragement, tandis que les brebis abreuvées d'eau ont allaité leur agneau. Parfois, les brebis abreuvées d'eau mangeaient également de la neige. » « Les brebis abreuvées de neige consommaient en moyenne 3,15 kg de neige par jour. La neige affichant une température moyenne de -10 °C dans la présente expérience, il aurait fallu 1,70 MJ pour faire fondre la neige et augmenter sa température à la température corporelle de 39 °C. Les brebis abreuvées d'eau ont consommé en moyenne 3,47 kg d'eau à 10 °C, plus 0,90 kg de neige par jour. Il aurait fallu 0,91 MJ faire fondre la neige et augmenter sa température à la température corporelle. »

Cette étude n'a par conséquent pas permis de cerner les effets nuisibles de l'approvisionnement de neige comme source unique d'eau pendant une période de lactation des brebis qui se veut exigeante en matière d'eau. La prudence est toutefois de mise lors de l'interprétation de l'importance des résultats de cette étude sur le bien-être. Le fait que les ovins abreuvés uniquement de neige ne soient pas morts est significatif, mais les ovins peuvent « survivre » pendant de longues périodes sans aucune source d'eau (MacFarlane et coll., 1961). D'autres études sur les pratiques de production propres aux conditions canadiennes sont requises.

Des études sur le terrain portant sur des ruminants sauvages démontrent que les ovins peuvent survivre uniquement avec de la neige comme source d'eau. Les ruminants sauvages qui vivent dans des régions couvertes de neige où la température est sous le point de congélation plusieurs mois dans l'année doivent ingérer de la neige et de la glace pour survivre (Geist 1971; Crater et Barboza, 2007).

Dans l'étude menée par Degen et Young (1981), l'apport en eau qui était plus faible chez les brebis abreuvées uniquement de neige que chez celles qui avaient accès à de l'eau peut suggérer que la neige n'a pas fourni suffisamment d'eau, notamment pour satisfaire complètement la motivation d'abreuvement. Cependant, une telle conclusion demeure spéculative si on n'évalue pas la motivation des ovins à s'abreuver en leur offrant de l'eau d'abreuvement. Ce commentaire annoté selon lequel les ovins uniquement abreuvés de neige ont immédiatement ingéré de la neige après avoir mangé peut laisser entendre que ces ovins n'avaient pas les mêmes réserves en eau dans leur rumen que ceux qui avaient accès à de l'eau d'abreuvement. Après l'ingestion de nourriture, l'osmolalité du rumen augmente. Par conséquent, selon les quantités relatives d'aliments secs et du volume d'eau dans le rumen, il est possible qu'après l'ingestion de nourriture, l'osmolalité du rumen soit plus élevée chez les ovins abreuvés uniquement de neige que chez ceux qui avaient accès à de l'eau d'abreuvement, et qui avaient un besoin plus urgent d'apport en eau que les brebis qui avaient accès à de l'eau et qui ont pu nourrir leur agneau après s'être alimentées. Les valeurs d'osmolalité plasmatique et l'absence d'un effet causé par la restriction d'accès à de l'eau autre que de la neige sont d'importantes conclusions. Bien qu'il puisse s'écouler plus de deux jours sans accès à quelque forme d'eau que ce soit pour qu'on observe des signes de déshydratation chez les ovins (Hecker et coll., 1964; Silanikove, 1994), si les animaux n'avaient pas eu un accès suffisant à de l'eau pour maintenir le volume plasmatique, on aurait observé une augmentation de l'osmolalité plasmatique.

Le seul autre rapport de la littérature scientifique portant sur l'approvisionnement de neige comme source d'eau pour les ovins provenait de Weeth et coll. (1959). Des brebis gestantes ont été réparties en deux groupes : un groupe qui n'avait comme source d'eau que de la neige et un autre groupe qui avait accès à de l'eau tout en étant gardé sur la neige. Les brebis ont ensuite été soumises à un jeûne de 6 jours. Ces auteurs ont signalé dans un commentaire annoté que les brebis avaient rapidement ingéré la neige qui avait été décrite comme étant mouillée et folle. Il n'y a eu aucune mortalité. Les brebis abreuvées uniquement de neige n'ont pas perdu plus de poids corporel que celles qui avaient eu accès à de l'eau. Selon les auteurs, rien ne prouvait que la source d'eau ait affecté la valeur d'hématocrite.

Température de l'eau consommée : L'apport en eau peut également varier en fonction de la température de l'eau qui est offerte (Kamphues & Schulz, 2002) et de cette température par rapport à la température ambiante. La basse température de la neige ingérée pourrait nuire au métabolisme du rumen ainsi qu'à la température corporelle. Brod et coll. (1982), par exemple, ont observé que 2 litres d'eau, à une température d'environ 0 °C, insérés directement dans le rumen d'un mouton avait occasionné une baisse de température ruminale de 6 °C et qu'il a fallu 1,8 heure pour récupérer la température normale du rumen. Cette chute de température a provoqué une suppression peu importante de l'activité microbienne (comme en témoignaient le pH réduit et des teneurs réduites en acides gras et en azote ammoniacal). Une réduction similaire de la température ruminale a été observée par Crater et Barboza (2007) chez les bœufs musqués qui avaient bu de l'eau froide ou ingéré de la neige. Toutefois, la lenteur à laquelle l'eau pénétrait le rumen à la suite de l'ingestion de neige semblait réduire l'incidence négative de l'accroissement de la température de l'eau froide.

À quel moment les ovins se déshydratent-ils? Le manque d'eau induit une adaptation physiologique qui sert à maintenir le volume de sang qui circule et à réduire l'hyperosmolarité des fluides corporels (Igbokwe, 1997). Une réduction de 75 % de l'apport en eau provoque essentiellement les mêmes effets qu'une privation totale d'eau (Purohit et coll., 1973). Dès que l'apport en eau des ovins passe sous le seuil de 25 % de leurs besoins, la masse hydrique totale, les volumes de sang et de plasma totaux et les volumes de fluides extracellulaires, intracellulaires et interstitiels commencent à décroître (Purohit et coll., 1973). Le manque d'eau causé par un abreuvement sporadique ou insuffisant peut entraîner des pertes de production attribuables à une perte de poids corporel, à une production laitière réduite, à des avortements et à des décès (Igbokwe, 1997).

Les brebis qui ont uniquement accès à l'eau du pâturage (soit la rosée et la guttation – l'eau exsudée par les brins d'herbe) et des précipitations excrètent beaucoup moins d'eau par les fèces et par l'urine que les brebis qui ont accès à une source d'eau complémentaire (Brown et Lynch, 1972). Les brebis qui avaient accès à de l'eau pesaient quelque 4 kg de plus que celles qui en étaient privées et leurs agneaux avaient également un poids de naissance supérieur (Brown et Lynch, 1972). Une recherche australienne a démontré qu'en octobre, les brebis allaitantes n'ayant pas accès à de l'eau avaient consommé entre 700 et 1 250 g de matières organiques par jour, tandis que les brebis allaitantes qui avaient accès à de l'eau en avaient consommé entre 1 320 et 1 710 g. En novembre, les brebis allaitantes n'ayant pas accès à de l'eau avaient consommé entre 530 et 830 g de matières organiques par jour, tandis que les brebis allaitantes qui avaient accès à de l'eau en avaient consommé entre 980 et 1 800 g (Brown & Lynch, 1972). Les brebis sèches n'ayant pas accès à de l'eau ont consommé 960 g de matières organiques par

jour en octobre, et celles ayant accès à de l'eau en ont consommé 920 g par jour. En novembre, les brebis sèches ayant accès à de l'eau ont consommé 960 g de matières organiques par jour, alors que celles n'ayant pas accès à de l'eau en ont consommé 700 g par jour (Brown & Lynch, 1972). Les ovins qui ne recevaient pas d'eau complémentaire léchaient la rosée sur les clôtures grillagées et semblaient « aspirer » l'eau sur l'herbe, mais l'absence d'eau libre n'a pas influé sur le taux de naissance et de mortalité des agneaux, sur la production laitière, sur les composants sanguins ni sur la période totale de pâturage. Il semblait que les brebis n'ayant pas accès à de l'eau entre les précipitations (lorsqu'elles sont fréquentes) pouvaient ajuster leur dépense en eau, sauf lorsque la dépense en eau liée à la lactation correspondait à des charges thermiques modérées ou élevées (Brown et Lynch, 1972). Les brebis n'avaient pas accès à de l'eau entre 0600 et 1800 heures, comparativement à celles qui avaient accès à de l'eau (Brown & Lynch, 1972).

À quel moment les ovins ont-ils des besoins accrus ou réduits en eau? Les besoins en eau sont fondés sur un besoin physiologique et varient d'un animal à un autre, mais il est excessivement difficile de les quantifier, même en tenant compte des conditions ambiantes. Les besoins en eau peuvent être calculés dans une fourchette, lorsque le poids corporel est connu, sachant que la consommation d'eau totale (TWI - total water intake) est d'environ 107-146 ml (g)/kg p.c.^{0.75} (NRC, 2007). Les animaux continueront de vivre normalement pendant une longue période même s'ils sont quelque peu privés d'eau, ce qui rend difficile l'établissement d'un besoin minimal.

Les principaux facteurs qui influent sur la consommation d'eau des animaux d'élevage ont été avancés par Kamphues (2000, cité par Kamphues et Schulz, 2002). Les conditions climatiques comme la température élevée et l'humidité ainsi que leurs variations diurnes se répercutent sur la consommation d'eau par besoin de thermorégulation et d'évaporation par les voies respiratoires. Toutefois, lorsqu'il y a de la neige au sol pendant une période prolongée, la température avoisine le point de congélation. Dans de telles circonstances, à moins que les ovins n'y soient habitués, le surplus d'eau n'est pas évacué par thermorégulation par l'augmentation de la fréquence respiratoire ou par sudation. Un effort physique intense augmente la consommation d'eau en raison de la fréquence respiratoire et de la sudation, de même que de la libération d'énergie.

Facteurs alimentaires. La composition de l'alimentation, tel le contenu en électrolytes, en protéines et en sulfates, influe sur l'excrétion rénale, l'élimination de l'urée ou de l'acide urique et l'excrétion d'eau par les fèces. Les régimes à teneurs élevées en sel, en sulfates et en protéines favorisent une consommation d'eau accrue (Kamphues et Schulz, 2002). Les ovins qui ont un accès restreint à de l'eau, mais qui ont accès à de la nourriture sont exposés plus rapidement à un risque de déshydratation que ceux qui n'ont pas accès à de la nourriture (Ternouth, 1968). L'eau contenue dans les aliments influe également sur la consommation requise d'eau libre. Les brebis gestantes nourries de produits d'ensilage ont bu moins d'eau que celles nourries de foin (quantités non précisées), mais la consommation d'eau totale (CET) des brebis nourries de produits d'ensilage était tout de même de 1 à 2 kg d'eau par kilogramme de matière sèche ingérée (CVMS - consommation volontaire de matière sèche) plus élevée que celle des brebis nourries de foin pendant la même période (Forbes, 1968). La consommation d'eau totale (CET) était également plus élevée chez les brebis nourries d'herbe séchée en cube que chez celles

nourries au foin (2,19 kg eau/kg de matière sèche c. 1,62 kg eau/kg matière sèche; Forbes, 1968).

La quantité d'aliments ingérés peut avoir une incidence considérable sur la consommation d'eau et inversement comme le représente la formule décrite par Forbes (1968), où

$$\text{CET} = 3,86 \text{ CVMS} - 0,99$$

Un animal qui consomme des aliments à faible teneur en humidité boira plus d'eau que s'il a un régime à teneur plus élevée en humidité. La digestibilité des nutriments chez les animaux nourris d'herbes séchées était plus élevée lorsque leur consommation d'eau totale était la même que celle des animaux nourris d'herbes fraîches, comparativement aux animaux dont la consommation d'eau était la moitié (50 %) moindre (Fujihara, 1988). Une consommation d'eau restreinte réduit la digestibilité des protéines brutes et des matières grasses brutes (Fujihara, 1988). La prise alimentaire peut nettement diminuer lorsque la consommation d'eau est restreinte.

Facteurs animaliers. L'espèce, l'âge, la race et le stade de production influenceront tous sur la quantité d'eau consommée. En ce qui concerne l'espèce, la taille des animaux varie considérablement et les comparaisons portent généralement sur la consommation d'eau par rapport à l'ingestion de matière sèche (Kamphues et Schultz, 2002). Les espèces présentent également des différences marquées sur le plan de l'efficacité de l'eau, en particulier au chapitre de la capacité à concentrer l'urine (Kamphues et Schultz, 2002). Le dépôt de l'eau inhérent à la croissance, à la sudation et à la formation du lait augmente la consommation d'eau nécessaire, en raison du contenu des dépôts de même que de l'énergie requise pour y parvenir et la prise alimentaire accrue consécutive. La consommation d'eau peut être accrue en raison des pertes d'eau obligatoires causées par des maladies qui provoquent la diarrhée, notamment, ou des maladies rénales qui provoquent une perte en eau ou réduisent la concentration de l'urine, ou lorsqu'un animal a beaucoup de fièvre. La déshydratation peut se produire lorsque les pertes d'eau causées par la diarrhée sont importantes. Il arrive que cette eau évacuée par les fèces excède l'eau évacuée par l'urine.

Les jeunes animaux ont un taux hydrique plus élevé que les adultes, variant généralement entre 70 et 85 % à la naissance (Kamphues et Schultz, 2002). Les jeunes animaux réussissent moins bien que les adultes à concentrer l'urine, ce qui signifie également qu'ils doivent consommer davantage d'eau. Avant le sevrage, les agneaux ont besoin d'environ 195 ml d'eau/kg p.c.^{0.75} pour vivre et croître, et de 8 ml/g p.c. supplémentaire pour le gain quotidien moyen (NRC, 2007). Les jeunes animaux (les agneaux) ingèrent également une plus grande quantité d'eau immédiatement après la phase d'allaitement (Kamphues et Schulz, 2002).

Les brebis gestantes consomment davantage d'eau que les brebis non gestantes (no , et les brebis gestantes de jumeaux en fin de gestation peuvent ingérer jusqu'à 212 % plus d'eau que les brebis non gestantes (Forbes, 1968). Cette consommation d'eau accrue dépasse la quantité nette destinée au fœtus et semble causée par l'accroissement de la demande énergétique de la gestation de même que par l'augmentation de l'excrétion urinaire (NRC, 2007). En fin de gestation (les 21 derniers jours), le rapport eau/ingestion de matière sèche a augmenté, tandis que l'ingestion globale de matière sèche a diminué (Davies, 1972). Au cours des 21 derniers

jours de leur gestation, les brebis gestantes d'un seul agneau ont bu moins que les brebis gestantes de jumeaux (Davies, 1972). À terme, le rapport CET/CVMS des brebis gestantes d'un agneau est évalué entre 4,3 et 5,2 l/kg, tandis que celui des brebis gestantes de jumeaux est évalué entre 7 et 8 l/kg (NRC, 2007).

Les animaux en lactation ont des besoins en eau accrus qui peuvent s'expliquer par la production de lait (Forbes, 1968). À la deuxième semaine de lactation, après correction en fonction du rendement laitier, les brebis lactantes consommaient toujours 148 % plus d'eau que les brebis non lactantes. Cette valeur est demeurée supérieure à celles des brebis sèches jusqu'à la 5^e semaine de lactation. Dans une étude, les brebis allaitant des jumeaux consommaient plus d'eau que celles allaitant un seul agneau, et ce, malgré des taux similaires d'ingestion de matière sèche (Davies, 1972). Dans une autre étude (Forbes, 1968), toutefois, on n'a constaté aucune différence ni sur le plan de l'ingestion de matière sèche ni sur le plan de la consommation d'eau totale chez les 11 brebis allaitant un seul agneau et les 4 brebis allaitant des jumeaux.

La race de l'animal influe sur la quantité d'eau qu'il ingère, du moins par temps chaud. Certaines races bien adaptées au climat doux semblent gérer de façon plus économique leurs besoins en eau (Schoeman et Visser, 1995). On n'a toutefois pu déterminer si tel était également le cas par temps froid. La longueur de la toison peut aussi influencer sur la consommation d'eau d'un animal (McMeniman et Pepper, 1982).

La littérature sur l'ingestion de neige chez d'autres espèces : De nombreux herbivores sauvages traverseront des périodes au cours desquelles ils n'auront pas accès à de l'eau libre pendant les grands froids hivernaux et doivent satisfaire leurs besoins en eau en ingérant de la neige. Il a été démontré que les espèces domestiques comme les bovins et (Degen et Young, 1990a, b; Young et Degen, 1991) et les chevaux (Dieterich et Holleman, 1973; Mejdell et coll., 2005) s'adaptaient bien à la neige comme unique source d'eau, bien que les bovins opteront pour de l'eau s'ils y ont accès (Degen et Young, 1984). Les chevaux qui avaient accès à de l'eau libre après avoir ingéré de la neige ont manifesté peu d'intérêt pour l'eau, et ce ne sont pas tous les animaux qui ont bu (Mejdell et coll., 2005).

Il semble y avoir une période d'adaptation chez les bovins qui, outre la neige, sont privés pour la première fois de sources d'eau. Les bouvillons privés d'eau pour la première fois ont beuglé et cherché et ont commencé à ingérer de la neige environ 35 heures après en avoir été privés, mais en ont ensuite ingéré d'emblée et sont passés de la neige à l'eau, et inversement, sans manifester de détresse (Young et Degen, 1980). Les bovins matures n'ont pas hésité à ingérer de la neige dès le 5^e jour de privation; toutefois, ils ont eu accès les deuxième et troisième jours à un peu d'eau de la fonte des neiges (Young et Degen, 1991). L'année suivante, les bovins qui avaient déjà ingéré de la neige comme source d'eau n'ont pas hésité à le refaire (Young et Degen, 1991). On a constaté que les ovins acceptent sans réserve de la neige comme source d'eau dans les 24 heures sans manifester de comportements anormaux ni de détresse (non quantifié; Degen et Young, 1981), mais l'étude ne précisait pas si les animaux avaient déjà ingéré de la neige comme source d'eau (que ce soit comme source unique ou comme source supplémentaire).

Les animaux qui utilisent la neige comme unique source d'eau peuvent adopter des habitudes alimentaires légèrement différentes de celles des animaux qui ont accès à de l'eau libre. Les veaux en croissance qui avaient accès à de la neige comme unique source d'eau mangeaient leur

nourriture plus lentement que ceux qui avaient accès à de l'eau, en alternant les périodes d'alimentation et d'ingestion de neige (Degen et Young, 1990a). Ce comportement diffère de celui des animaux qui ont accès à de l'eau libre qui, habituellement, boivent une ou deux fois par jour. Lorsque les bovins sont contraints d'ingérer de la neige pendant une courte période, leur consommation d'eau et le volume de leur rumen diminuent (Degen et Young, 1984).

Quels facteurs nuisent à la capacité des ovins à satisfaire à leurs besoins en eau par l'ingestion de neige :

Conditions météorologiques. Lors des journées plus chaudes, les vaches étaient dispersées dans le champ et la période d'ingestion de neige était beaucoup plus longue que lors des journées plus froides (sous -20°C) alors que les vaches se regroupaient dans des zones à l'abri du vent (Young et Degen, 1991). La fourniture de brise-vent pendant l'hiver peut contribuer à inciter les ovins à se déplacer dans des zones où il y a de la neige.

Quantité de neige. Lorsque les ovins sont confinés et qu'ils ne sont pas élevés en plein air, la quantité de neige disponible pourrait limiter la disponibilité de l'eau. La quantité de neige accumulée dépend de la profondeur de la neige, de la région et de la densité. Après une chute de neige, la densité augmente en raison de la sédimentation gravitationnelle, de l'entassement par le vent, de la fonte et de la recristallisation (USDA National Resources Conservation Service [USDA NRCS]).

Type de neige. Selon ses observations, Geist (1971) laisse entendre que les mouflons peuvent trouver leur pâture sous la neige (et vraisemblablement ingérer de la neige au passage), mais lorsque la neige fond en surface pendant le jour et qu'elle se compacte et durcit au cours de la nuit, ils ne peuvent y accéder.

Le processus de fonte et de recongélation altère la microstructure de la neige. L'eau est retenue entre les grains et le manteau neigeux se compacte. Lorsque l'eau recongèle, la neige devient plus dense, de sorte que sa dureté et sa résistance augmentent (Langham, 1981). La densité de la neige varie entre 70 et 95 kg/m^3 lorsqu'elle est fraîche et 280 kg/m^3 sous l'action du vent. Une fois partiellement transformée en glace, la densité peut avoisiner les 500 kg/m^3 (McKay et Gray, 1981). Lorsqu'une période de dégel, alors que l'eau commence à ruisseler, est suivie d'une période sans dégel, la densité peut avoisiner les 370 kg/m^3 (Goodison et coll., 1981).

Les bovins en gestation semblent préférer ingérer de la neige propre qu'ils peuvent ramasser d'un coup de langue circulaire, comme s'ils paissaient, tandis qu'ils ont tendance à éviter la neige piétinée, rafalée ou croûtée (Young et Degen, 1991). Les bovins (Young et Degen, 1980) et les ovins (Butcher, 1973, cité par Young et Degen, 1980) semblent également préférer ingérer de la neige poudreuse.

Recommandations de recherches :

Les conséquences de la fourniture de neige comme unique source d'eau sur le bien-être des ovins.

Références

- Bott, E., Denton, D.A. et Weller, S. (1965) Water drinking in sheep with oesophageal fistulae. *Journal of Physiology* 176:323-336.
- Brod, D.L., Bolsen, K.K. et Brent, B.E. (1982) Effect of water temperature on rumen temperature, digestion and rumen fermentation in sheep. *Journal of Animal Science* 54:179-182.
- Brown, G.D. et Lynch, J.J. (1972) Some aspects of the water balance of sheep at pasture when deprived of drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research* 23:669-84.
- Butcher, J.E. (1973) Influence of environmental variations on water requirements of sheep. [abstract]. *Water-Animal Relations Symposium* Twin Falls, Idaho, pp. 63-68.
- Cockram, M.S. et Mitchell, M.A. (1999) Role of research in the formulation of rules to protect the welfare of farm animals during road transportation. In *Farm animal welfare - who writes the rules?* (Russel, A.J.F., Morgan, C.A., Savory, C.J., Appleby, M.C. and Lawrence, T.L.J., eds.), Occasional Publication No.23 - British Society of Animal Science, pp 43-64.
- Cole, N.A. (1995) Influence of a 3-day feed and water-deprivation period on gut fill, tissue weights, and tissue composition in mature wethers. *Journal of Animal Science* 73:2548-2557.
- Crater, A.R. et Barboza, P.S. (2007) The rumen in winter: Cold shocks in naturally feeding muskoxen (*Ovibos moschatus*). *Journal of Mammalogy* 88:625-631.
- Davies, P.J. (1972) A note on the water intake of ewes in late pregnancy and early lactation. [Abstract]. *Animal Production* 15:307-310.
- Degen, A.A. et Young, B.A. (1981) Response of lactating ewes to snow as a source of water. *Canadian Journal of Animal Science* 61:73-79.
- Degen, A.A. et Young, B.A. (1984) Effects of ingestion of warm, cold and frozen water on heat balance in cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 64:73-80.
- Degen, A.A. et Young, B.A. (1990a) Average daily gain and water intake in growing beef calves offered snow as a water source. *Canadian Journal of Animal Science* 70:711-714.
- Degen, A.A. et Young, B.A. (1990b) The performance of pregnant beef cows relying on snow as a water source. *Canadian Journal of Animal Science* 70:507-515.
- Dieterich, R.A. et Holleman, D.F. (1973) Hematology, biochemistry, and physiology of environmentally stressed horses. *Canadian Journal of Zoology* 51:867-873.
- Fitzsimons, J.T. (1972) Thirst. *Physiological Reviews* 52:468-561.
- Forbes, J.M. (1968) The water intake of ewes. *British Journal of Nutrition* 22:33-43.

- Fujihara, T. (1988) The effect of water on the nitrogen utilization in sheep fed only grass diets in either the fresh or dried form [abstract]. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Shimane University* 22:26-36.
- Geist, V. (1971) Mountain sheep: a study in behavior and evolution. University of Chicago Press.
- Goodison, B.E., Ferguson, H.L. et McKay, G.A. (1981) Measurement and data analysis. In: *Handbook of Snow. Principles, Processes, Management & Use* (Gray, D.M. and Male, D.H., eds.). Pergamon Press, Toronto, pp 191-274.
- Hecker, J.F., Budtz-Olsen, O.E. et Ostwald, M. (1964) The rumen as a water store in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 15:961-968.
- Igbokwe, I.O. (1997) The effects of water deprivation in livestock ruminants: an overview. *Nutritional Abstracts and Reviews (Series B)* 67:905-914.
- Kamphues, J. (2000) Zum Wasserbedarf von Nutx- und Liebhabertieren. *Dtsch. Tierarztl. Wschr* 107:297-302.
- Kamphues, J. et Schulz, I. (2002) Field relevant aspects of the water supply in food producing/companion animals. *Übers. Tierernährg.* 30:65-107.
- Langham, E.J. (1981). Physics and properties of snowcover. In: *Handbook of Snow. Principles, Processes, Management & Use* (Gray, D.M. and Male, D.H., eds.). Pergamon Press, Toronto, pp 275-359.
- MacFarlane, W.V., Morris, R.J.H., Howard, B., McDonald, J. et Budtz-Olsen, O.E. (1961) Water and electrolyte changes in tropical merino sheep exposed to dehydration during summer. *Australian Journal of Agricultural Research* 12:889-912.
- McKay, G.A. et Gray, D.M. (1981) The distribution of snowcover. In: *Handbook of Snow. Principles, Processes, Management & Use* (Gray, D.M. and Male, D.H., eds.). Pergamon Press, Toronto, pp 153-190.
- McKinley, M.J., Denton, D.A., Nelson, J.F. et Weisinger, R.S. (1983) Dehydration induces sodium depletion in rats, rabbits, and sheep. *American Journal of Physiology* 245:R287-R292.
- McMeniman, N.P. et Pepper, P.M. (1982) The influence of environmental temperature and rainfall on the water intake of sheep consuming mulga (*Acacia aneura*). *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 14:443-446.
- Mejdell, C.M., Simensen, E. et Bøe, K.E. (2005) Is snow a sufficient source of water for horses kept outdoors in winter? A case report. *Acta Veterinaria Scandinavica* 46:19-22.
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academies Press, Washington, D.C.

Park, R.G., Congiu, M., Denton, D.A. et McKinley, M.J. (1986) Volume influences on thirst and vasopressin secretion in dehydrated sheep. *American Journal of Physiology* 251:R621-R626.

Purohit, G.R., Ghosh, P.K. et Taneja, G.C. (1973) Effects of varying degrees of water restriction on the distribution of body water in high- and low-potassium-type sheep [abstract]. *Journal of Agricultural Science* 80:177-180.

Schoeman, S.J. et Visser, J.A. (1995) Comparative water consumption and efficiency in three divergent sheep types [abstract]. *Journal of Agricultural Science* 124:139-143.

Silanikove, N. (1994) The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration - the story of ruminants. *Experimental Physiology* 79:281-300.

Ternouth, J.H. (1968) Changes in the thiosulphate space and some constituents of the blood of sheep after feeding. *Research in Veterinary Science* 9:345-349.

USDA Natural Resources Conservation Service (USDA NRCS). *What is Snow Water Equivalent?* Available at <http://www.or.nrcs.usda.gov/snow/about/swe.html>

Weeth, H.J., Torell, C.R. et Cassard, D.W. (1959) Effects of a simulated snowbound stress condition on ewes. *Journal of Animal Science* 18:694-700.

Young, B.A. et Degen, A.A. (1980) Ingestion of snow by cattle. *Journal of Animal Science* 51:811-815.

Young, B.A. et Degen, A. A. (1991) Effect of snow as a water source on beef cows and their calf production. *Canadian Journal of Animal Science* 71:585-588.

Annexe 1. Sources supplémentaires de renseignements consultatifs sur l'euthanasie des ovins

Conseil canadien de protection des animaux (2011) *Lignes directrices du CCPA sur : l'euthanasie des animaux utilisés en science*. Disponible à l'adresse http://www.ccac.ca/Documents/Normes/Lignes_directrices/Euthanasie.pdf

Association canadienne des médecins vétérinaires (2006) *Déclarations sur la protection des animaux. Euthanasie*. Disponible à l'adresse <http://canadianveterinarians.net/ShowText.aspx?ResourceID=34>

California Department of Food and Agriculture, Animal Health and Food Safety Services Animal Care Program and UC Davis Veterinary Medicine Extension, School of Veterinary Medicine (2011) *The Emergency Euthanasia of Sheep & Goats*. Disponible à l'adresse http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/inf-an/inf-an_emergeuth-sheepgoat.html

European Commission. (1997) *The Killing of Animals for Disease Control Purposes*. Report of the Scientific Veterinary Committee. Disponible à l'adresse http://ec.europa.eu/food/fs/sc/oldcomm4/out19_en.pdf

OIE (2011) *Mise à mort d'animaux à des fins de contrôle sanitaire*. Code sanitaire pour les animaux terrestres. Chapitre 7.6. Disponible à l'adresse http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahc/2010/chapitre_1.7.6.pdf

Sheep Veterinary Society (2011) *The Casualty Sheep*. Disponible à l'adresse <http://www.sheepvet.org.uk/docs/Casualtysheep.pdf>

Annexe 2. Résumé des exemples de recherches sur la caudectomie et sur la castration

Tableau A.1 : Réponse aux différentes techniques de caudectomie.

Procédure	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>Anneau de caoutchouc (TR); anneau de caoutchouc et pince (TRB); fer chaud (TIR); chirurgie (TK)</i>				
Caudectomie à l'anneau de caoutchouc (TR)	Entre 28 et 37 jours		Réponse en cortisol similaire à celle des animaux TIR, inférieure à celle des animaux TK.	Lester et coll., 1991
	Environ 21 jours	Ensemble des comportements actifs beaucoup plus important comparativement aux animaux TRB, TIR et témoins. Les principaux comportements étaient l'agitation, le trépignement et la rotation de la tête. Plus de temps passé en postures anormales par rapport aux animaux témoins.	Pic moyen de concentration en cortisol supérieur par rapport aux animaux TRB, TIR et témoins.	Graham et coll., 1997
	Entre 28 et 37 jours	Scores d'agitation ¹ beaucoup plus élevés comparativement aux animaux témoins, TR et TIR. Plus de temps en postures allongées que les animaux témoins dans les 90 premières minutes. Davantage de décubitus latéraux dans les 30 à 90 premières minutes postopératoires.	Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, pic après environ 30 minutes et retour aux niveaux préopératoires après environ 180 minutes.	Lester et coll., 1996
	Entre 5 et 8 jours	Scores REQ ² supérieurs par rapport aux animaux témoins et fréquence accrue des rotations de la tête.	Pic de la réponse en cortisol environ 30 minutes après l'opération et retour aux niveaux préopératoires après environ 120 minutes.	Kent et coll., 1998
Caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince (TRB)	Environ 21 jours	Comportements actifs similaires à ceux des animaux témoins et TIR. Plus de temps passé en postures anormales que les animaux témoins	Pic moyen de concentration en cortisol supérieur à celui des animaux témoins.	Graham et coll., 1997
	Entre 5 et 8 jours	Scores REQ ² inférieurs et moins de temps passé à marcher anormalement comparativement aux animaux TR.	Hausses moins marquées des concentrations en cortisol par rapport aux animaux TR.	Kent et coll., 1998
Caudectomie au fer chaud (TIR)	Entre 28 et 37 jours		Réponse en cortisol identique à celle des animaux TR, mais inférieure à celles des animaux TK.	Lester et coll., 1991
	Environ 21 jours	Comportements actifs similaires à ceux des animaux témoins et TRB.	Pic moyen de concentration en cortisol similaire à celui des animaux témoins.	Graham et coll., 1997
	Entre 28 et 37 jours	Scores d'agitation ¹ similaires à ceux des animaux témoins et TK, mais inférieurs par rapport aux animaux TR. Comportements en postures debout/en locomotion et allongées similaires à ceux des animaux témoins.	Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, pic après environ 30 minutes et retour aux niveaux préopératoires après environ 150 minutes.	Lester et coll., 1996

Procédure	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>Anneau de caoutchouc (TR); anneau de caoutchouc et pince (TRB); fer chaud (TIR); chirurgie (TK)</i>				
Caudectomie chirurgicale (TK)	Entre 28 et 37 jours		Réponse en cortisol beaucoup plus marquée que celle des animaux TR ou TIR.	Lester et coll., 1991
	Entre 28 et 37 jours	Scores d'agitation ¹ similaires à ceux des animaux témoins et TIR, mais inférieurs par rapport aux animaux TR. Comportements en postures debout/en locomotion et allongées similaires à ceux des animaux témoins.	Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, culminant après environ 30 minutes et demeurant supérieures aux niveaux préopératoires tout au long de la période d'observation. Petite pointe secondaire également observée après 120 minutes postopératoires.	Lester et coll., 1996
	Entre 3 et 5 semaines		Aucune augmentation des concentrations plasmatiques des peptides β —endorphines dérivés de la proopiomélanocortine par rapport aux animaux témoins dans les 15 minutes ou 24 heures postopératoires. Augmentation des concentrations plasmatiques de cortisol au-dessus des valeurs témoins dans les 15 minutes postopératoires, mais similaires aux valeurs témoins dans les 24 heures postopératoires.	Shutt et coll., 1987
Toutes les techniques			Classement des réponses en cortisol (par ordre décroissant) : Chirurgie à 4-5 semaines. Anneau à 4-5 semaines. Fer chaud à 4-5 semaines. Manipulation des témoins à 4-8 semaines. Anneau à 3 semaines. Anneau au cours de la première semaine. Fer chaud à 3 semaines. Anneau et pince (10 secondes) à 3 semaines. Anneau et pince (10 secondes) à 1 semaine. Anneau à 3 semaines plus NAIS (avant). Anneau à 3 semaines plus AL (avant). Anneau, avec ou sans pince (10 secondes) à 1 semaine plus AL (après). Manipulation des témoins, première semaine.	Mellor et Stafford, 2000 (examen)

¹Nombre de fois que l'agneau s'est levé et s'est couché dans les 60 premières minutes.

²Somme des cas d'agitation, de roulement, de trépigement, de ruade et de fléchissement des postérieurs.

Tableau A.2 : Réponse aux différentes techniques de castration.

Procédure*	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>*Anneau de caoutchouc (CR); chirurgie (CK); anneau de caoutchouc et pince (CRB); pince seulement (CB) et castration partielle à l'anneau de caoutchouc (SS)</i>				
Castration à l'anneau de caoutchouc (CR)	Entre 28 et 37 jours		Réponse en cortisol beaucoup plus marquée que celle des animaux témoins et inférieure à celle des animaux CK.	Lester et coll., 1991
	Entre 28 et 37 jours	Scores d'agitation ¹ supérieurs à ceux des animaux témoins et CK. Davantage de postures allongées dans les 90 premières minutes par rapport aux animaux témoins. Davantage de décubitus latéraux dans les 30 à 90 premières minutes postopératoires.	Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, pic après environ 60 minutes et retour aux niveaux préopératoires après 210 minutes.	Lester et coll., 1996
	Entre 5 et 8 jours	Scores REQ ² supérieurs par rapport aux animaux témoins. Moins de temps passé en postures allongées normales et plus de temps passé en postures anormales comparativement aux animaux témoins. Davantage de postures anormales que les animaux témoins.	Toutes les techniques de castration ont induit un pic de cortisol plus marqué par rapport aux animaux témoins. Pic de la réponse en cortisol entre 30 et 60 minutes après l'opération et retour aux niveaux préopératoires après environ 120 minutes.	Kent et coll., 1998
	En moyenne 47 jours (30-64)	Moins de temps passé en décubitus ventral normal que les animaux témoins, mais davantage que les animaux CK. Plus de temps en décubitus latéral et en décubitus ventral anormal. Moins de temps passé en station debout normale et plus de temps en posture immobile et en station debout anormale que les animaux témoins. Moins de temps passé en station debout anormale, en station debout normale et en posture immobile que les animaux CK. Proportion du temps passé à marcher normalement inférieure comparativement aux animaux témoins, mais similaire à celle des animaux CK. Ensemble des comportements anormaux moins important chez les animaux CR que chez les animaux CK, mais plus important chez ces deux types d'animaux que chez les animaux témoins.	Pic de la réponse en cortisol environ 30 minutes après l'opération, atteignant des concentrations plus élevées par rapport aux animaux témoins, mais moins élevées par rapport aux animaux CK. Réponse en cortisol similaire à celle des animaux témoins après 6 heures, mais remontée à des niveaux similaires à ceux des agneaux CK après 12 heures. Température rectale similaire à celle des animaux témoins et inférieure à celle des animaux CK 6 heures et 12 heures après l'opération.	Colditz et coll., 2012
	En moyenne 43 jours (28-64)	Agitation ¹ plus élevée comparativement aux animaux CR et SS, et beaucoup plus grande par rapport aux animaux CB. Moins de temps passé en postures normales debout et en locomotion que les animaux témoins. Le décubitus ventro-latéral anormal était manifeste chez les agneaux CR. Les agneaux CR exprimaient davantage de comportements couchés anormaux que les agneaux CB. Le décubitus latéral apparaissait principalement chez les agneaux CR et n'était pas observé chez les animaux témoins ni chez les agneaux CB.	La réponse moyenne en cortisol a culminé 60 minutes et 90 minutes après l'opération puis est demeurée supérieure aux niveaux préopératoires pendant 150 minutes. Concentrations de cortisol supérieures à celles des agneaux SS entre 45 et 60 minutes (pic de cortisol).	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)

Procédure*	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>*Anneau de caoutchouc (CR); chirurgie (CK); anneau de caoutchouc et pince (CRB); pince seulement (CB) et castration partielle à l'anneau de caoutchouc (SS)]</i>				
Castration chirurgicale (CK)	Entre 28 et 37 jours		Réponse en cortisol beaucoup plus élevée par rapport aux animaux et plus marquée comparativement aux animaux CR.	Lester et coll., 1991
	Entre 28 et 37 jours	Scores d'agitation ¹ similaires à ceux des animaux témoins et inférieurs à ceux des agneaux CR. Comportements en postures debout/en locomotion et allongées similaires à ceux des animaux témoins.	Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, culminant après environ 30 minutes et demeurant supérieures aux niveaux préopératoires tout au long de la période d'observation.	Lester et coll., 1996
	En moyenne 47 jours (30-64)	Moins de temps passé en postures allongées ventrales normales que les animaux témoins et CR, mais temps passé en postures allongées ventrales et latérales anormales similaire à celui des animaux témoins et inférieur à celui des agneaux CR. Moins de temps passé en posture normale debout que les animaux témoins et plus de temps passé en postures debout immobiles et en postures debout anormales que les animaux témoins. Plus de temps passé en postures immobiles et en postures debout anormales et normales que les agneaux CR. Moins de temps passé à marcher normalement que les animaux témoins, mais autant de temps que les agneaux CR. Ensemble des comportements anormaux plus important chez les agneaux CK que chez les agneaux CR, mais plus important chez ces deux types d'agneaux que chez les animaux témoins.	La réponse en cortisol a culminé environ 30 minutes après l'opération et était plus marquée que chez les animaux témoins et CR après 30 minutes et après 6 heures. Le cortisol est demeuré supérieur à celui des animaux témoins pendant au moins 12 heures après l'opération. La température rectale a augmenté après l'opération et était supérieure à celle des animaux CR et témoins 6 heures et 12 heures après l'opération.	Colditz et coll., 2012
Castration à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince (CRB)	Entre 5 et 8 jours	Scores REQs ² similaires à ceux observés chez les animaux témoins, et inférieurs à ceux observés chez les agneaux CR. Ensemble des postures anormales moins important que chez les agneaux CR, similaire à celui observé chez les animaux témoins, mais plus marqué que chez les agneaux CRB plus AL.	Pic de cortisol plus marqué que chez les animaux témoins, mais moins important que chez les agneaux CR. Les concentrations de cortisol ont culminé environ 20 minutes après l'opération et sont redescendues en deçà des niveaux préopératoires dans les 60 minutes suivant l'opération.	Kent et coll., 1998
Castration à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince pendant 1 seconde (CRB1)	En moyenne 43 jours (28-64)	Expression de postures debout/de locomotion légèrement plus normales que les agneaux CR. Le décubitus ventro-latéral anormal était manifeste chez les agneaux CRB. Le décubitus latéral s'exprimait chez les agneaux CRB, mais de façon moins marquée que chez les agneaux CR.	La réponse en cortisol a culminé dans les 30 minutes suivant l'opération, plus tôt que chez les agneaux CR, mais selon la même tendance.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)
Castration à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince pendant 5 secondes (CRB5)	En moyenne 43 jours (28-64)		La réponse en cortisol a culminé dans les 30 minutes suivant l'opération selon la même tendance.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)

Procédure*	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>*Anneau de caoutchouc (CR); chirurgie (CK); anneau de caoutchouc et pince (CRB); pince seulement (CB) et castration partielle à l'anneau de caoutchouc (SS)</i>				
Castration à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince pendant 10 secondes (CRB10)	En moyenne 43 jours (28-64)		La réponse en cortisol a culminé dans les 30 minutes suivant l'opération selon la même tendance.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)
Castration à la pince pendant 1 seconde (CB1)	En moyenne 43 jours (28-64)	Les scores d'agitation ¹ des agneaux castrés à la pince uniquement étaient inférieurs à ceux des agneaux CRB. Les agneaux CB exprimaient davantage de postures normales debout et de locomotion que les agneaux CR. Les agneaux CB1 exprimaient davantage de postures normales debout et de marche que les agneaux CRB. Les agneaux CB exprimaient moins de décubitus anormaux que les agneaux CRB.	Les concentrations de cortisol étaient plus marquées que chez les animaux témoins dans les 15 à 150 minutes suivant l'opération, culminant 30 minutes après l'opération. Les réponses en cortisol culminaient plus tôt et de façon moins marquée que chez les agneaux CR, et étaient beaucoup moins importantes de 60 à 90 minutes après l'opération.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)
Castration à la pince pendant 10 secondes (CB10)	En moyenne 43 jours (28-64)	Aucune différence dans les postures normales debout et de locomotion entre les agneaux CB10 et les agneaux CRB.	Les concentrations de cortisol étaient plus marquées que chez les animaux témoins dans les 15 à 210 minutes suivant l'opération, culminant 90 minutes après l'opération. La réponse en cortisol des agneaux CB10 était similaire à celle observée chez les agneaux CR, mais elle culminait légèrement plus tard et demeurait élevée plus longtemps.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)
Castration partielle à l'anneau de caoutchouc (SS)	En moyenne 43 jours (28-64)	La locomotion anormale était plus marquée chez les agneaux SS.	La réponse en cortisol était moindre que chez les agneaux CR entre 45 et 60 minutes après l'opération.	Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)
Toutes les techniques			Classement des réponses en cortisol (par ordre décroissant) : Chirurgie à 4-5 semaines. Pince (10 secondes/cordon) à 4-8 semaines. Anneau à 1-8 semaines. Anneau et pince (1-10 secondes) à 3-8 semaines. Pince (10 secondes/cordon) à 3 semaines.	Mellor et Stafford, 2000 (examen)

Procédure*	Âge	Réponse comportementale	Réponse physiologique	Référence
<i>*Anneau de caoutchouc (CR); chirurgie (CK); anneau de caoutchouc et pince (CRB); pince seulement (CB) et castration partielle à l'anneau de caoutchouc (SS)</i>				
			Pince (10 secondes/cordon) plus AL avant 3-8 semaines. Anneau de castration partielle à 4-8 semaines. Pince (1 seconde/cordon) à 4-8 semaines. Anneau, avec ou sans pince (10 secondes/cordon) plus AL à 4-8 semaines. Anneau plus AL à 1 semaine. Pince (10 secondes/cordon) plus AINS à 3 semaines. Manipulation des témoins à 4-8 semaines. Anneau et pince (10 secondes) à 1 semaine. Anneau, avec ou sans pince (10 secondes/cordon) plus AL à 4-8 semaines. Anneau, avec ou sans pince (10 secondes) plus AL à 1 semaine. Manipulation des témoins, première semaine.	

¹Nombre de fois que l'agneau s'est levé et s'est couché dans les 60 premières minutes.

²Somme des cas d'agitation, de roulement, de trépignement, de ruade et de fléchissement des postérieurs.

Table A.3 : Réponse aux différentes techniques de castration et de caudectomie simultanées.

Procédure*	Âge	Réponse	Référence
*Anneau de caoutchouc (CR-TR); chirurgie (CK-TK); anneau de caoutchouc et pince (CRB-TRB); castration à l'anneau de caoutchouc et à la pince et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (CRB-TR); castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud (CR-TIR); castration partielle et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (SS-TR)			
Castration et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (CR-TR)	Entre 28 et 37 jours	<u>Physiologique</u> : Réponse en cortisol plus importante que chez les animaux témoins, mais moins importante que chez les agneaux CK-TK.	Lester et coll., 1991
	Environ 5, 21 ou 42 jours	<u>Comportementale</u> : Scores d'agitation ¹ beaucoup plus élevés que chez les animaux témoins, CK-TK et CRB-TRB à tous les âges. Scores d'agitation beaucoup plus élevés chez les agneaux de 21 et de 42 jours que chez les agneaux de 5 jours. Plus de postures allongées anormales que les animaux témoins, CRB-TRB et S à tous les âges. Plus de temps passé en postures anormales que les animaux témoins, CRB-TRB et CK-TK.	Molony et coll., 1993
	Entre 28 et 37 jours	<u>Comportementale</u> : Plus d'agitation pendant les 60 premières minutes que chez tous les autres groupes. Plus de temps passé en posture allongée pendant les 90 premières minutes que les animaux témoins et plus de temps passé en posture debout entre 1,5 et 3 heures après l'opération. Proportion élevée de postures allongées latérales durant les 30 à 90 premières minutes suivant l'opération. <u>Physiologique</u> : Augmentation du cortisol en réponse à l'opération, pic après environ 60 minutes et retour aux concentrations préopératoires dans les 210 minutes suivant l'opération.	Lester et coll., 1996
	Moins de 2 jours ³	<u>Comportementale</u> : Plus grande fréquence des comportements de trépignement, de ruade et d'agitation de la queue chez les agneaux CR-TR sans AL que chez les agneaux ayant reçu un AL et les animaux témoins. Ces comportements ont culminé 31 jours après l'opération. Les agneaux CR-TR sans AL exprimaient davantage de postures allongées anormales, de postures debout anormales et de postures allongées immobiles.	Kent et coll., 2000
	5, 21 ou 42 jours	<u>Physiologique</u> : Le pic de cortisol était plus élevé que chez les agneaux témoins (avec ou sans retranchement des valeurs de base) à tous les âges. Le pic de la réponse en cortisol était moins élevé à 21 et à 42 jours qu'à 5 jours.	Kent et coll., 1993
	Entre 26 et 34 jours (caudectomie); 1 jour ou 10 jours (castration).	<u>Comportementale</u> : Diminution de la proportion du temps passé en postures normales et accroissement de l'agitation dans les 30 minutes suivant la caudectomie. Les agneaux castrés à l'âge d'un jour exprimaient plus de postures debout instables et anormales après la caudectomie que les agneaux castrés à l'âge de 10 jours. Aucune différence en fonction de l'âge sur le plan des postures allongées ventrales anormales, du sautellement, du piétinement, des ruades, des stations debout répétitives, de l'agitation et des comportements actifs combinés.	McCracken et coll., 2010
	En moyenne 50 jours (45-55)	<u>Physiologique</u> : Augmentation des concentrations de cortisol après l'opération, culminant dans les 45 minutes suivant l'opération et demeurant élevées pendant 2 heures.	Dinniss et coll., 1997

Procédure*	Âge	Réponse	Référence
*Anneau de caoutchouc (CR-TR); chirurgie (CK-TK); anneau de caoutchouc et pince (CRB-TRB); castration à l'anneau de caoutchouc et à la pince et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (CRB-TR); castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud (CR-TIR); castration partielle et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (SS-TR)			
Castration et caudectomie par chirurgie (CK-TK)	Entre 28 et 37 jours	<u>Physiologique</u> : Réponse en cortisol plus importante que chez les animaux témoins et CR-TR.	Lester et coll., 1991
	Environ 5, 21 ou 42 jours	<u>Comportementale</u> : Plus de temps passé en postures anormales que les animaux témoins.	Molony et coll., 1993
	Entre 28 et 37 jours	<u>Comportementale</u> : Scores d'agitation ¹ similaires à ceux des animaux témoins et inférieurs à ceux des agneaux CR-TR, CR-TIR et SS-TR. <u>Physiologique</u> : Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, culminant après environ 30 minutes et demeurant supérieures aux niveaux préopératoires tout au long de la période d'observation. Pointe secondaire également observée 240 minutes après l'opération.	Lester et coll., 1996
	Entre 3 et 5 semaines	<u>Physiologique</u> : Concentrations plasmatiques de cortisol plus élevées que chez les animaux témoins 15 minutes après l'opération. Concentrations plasmatiques des peptides β -endorphines dérivés de la proopiomélanocortine plus élevées que chez les animaux témoins et les agneaux uniquement caudectomisés.	Shutt et coll., 1987
	Environ 5, 21 ou 42 jours	<u>Physiologique</u> : Le pic de cortisol était plus élevé que chez les agneaux témoins (avec ou sans retranchement des valeurs de base) à tous les âges. Le pic de la réponse en cortisol était moins élevé à 21 et à 42 jours qu'à 5 jours. La réponse en cortisol a culminé plus rapidement que chez les agneaux CR-TR à 21 jours. À l'âge de 21 jours, la réponse en cortisol a culminé plus rapidement que chez les agneaux CR-TR et en même temps que les agneaux CRB-TRB, mais est demeurée élevée tout au long de la période d'échantillonnage (180 minutes). À l'âge de 42 jours, les pics étaient similaires, mais les concentrations de cortisol sont demeurées élevées tout au long de la période d'échantillonnage chez les agneaux CK-TK.	Kent et coll., 1993
Castration et caudectomie à l'anneau suivies de l'application d'une pince (CRB-TRB)	Environ 5, 21 ou 42 jours	<u>Comportementale</u> : Plus de temps passé en postures anormales que les animaux témoins.	Molony et coll., 1993
	Environ 5, 21 ou 42 jours	<u>Physiologique</u> : Le pic de cortisol était plus élevé que chez les agneaux témoins (avec ou sans retranchement des valeurs de base) à tous les âges. Le pic de la réponse en cortisol était moins élevé à 21 jours qu'à 5 jours. La réponse en cortisol a culminé plus rapidement que chez les agneaux CR-TR à 5 et à 21 jours.	Kent et coll., 1993
	En moyenne 50 jours (45-55)	<u>Physiologique</u> : Augmentation des concentrations de cortisol après l'opération, culminant dans les 45 minutes suivant l'opération et demeurant élevées pendant 2 heures.	Dinniss et coll., 1997
Castration à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince et caudectomie à l'anneau de caoutchouc seulement (CRB-TR)	En moyenne 50 jours (45-55)	<u>Physiologique</u> : Augmentation des concentrations de cortisol après l'opération, culminant dans les 30 minutes suivant l'opération et demeurant élevées pendant 2 heures. Concentration de cortisol après 30 minutes plus élevée que chez les agneaux CR-TR et CRB-TRB.	Dinniss et coll., 1997

Procédure*	Âge	Réponse	Référence
*Anneau de caoutchouc (CR-TR); chirurgie (CK-TK); anneau de caoutchouc et pince (CRB-TRB); castration à l'anneau de caoutchouc et à la pince et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (CRB-TR); castration à l'anneau de caoutchouc et caudectomie au fer chaud (CR-TIR); castration partielle et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (SS-TR)			
Castration à l'anneau et caudectomie au fer chaud (CR-TIR)	Entre 28 et 37 jours	<u>Comportementale</u> : Scores d'agitation ¹ plus élevés que chez les animaux témoins et CK-TK et moins élevés que chez les animaux SS-TR et CR-TR. Plus de temps passé en postures allongées pendant les 90 premières minutes que les animaux témoins. Proportion élevée de postures allongées latérales durant les 30 à 90 premières minutes suivant l'opération. <u>Physiologique</u> : Augmentation du cortisol en réponse à l'opération, culminant après environ 30 minutes et revenant aux concentrations préopératoires environ 180 minutes après l'opération.	Lester et coll., 1996
	Entre 28 et 37 jours	<u>Physiologique</u> : Réponse en cortisol plus élevée que chez les animaux témoins.	Lester et coll., 1991b
Castration partielle à l'anneau et caudectomie à l'anneau de caoutchouc (SS-TR)	Entre 28 et 37 jours	<u>Comportementale</u> : Scores d'agitation ¹ plus élevés que chez les animaux témoins, CK-TK et CR-TIR et moins élevés que chez les animaux CR-TR. Plus de temps passé en posture allongée pendant les 45 premières minutes que les animaux témoins et plus de temps passé en postures debout entre 1 et 2 heures après l'opération. Proportion élevée de postures allongées latérales durant les 30 à 90 premières minutes suivant l'opération. <u>Physiologique</u> : Augmentation des concentrations en cortisol en réponse à l'opération, culminant après environ 30 minutes et revenant aux niveaux préopératoires 210 minutes après l'opération.	Lester et coll., 1996
Toutes les techniques		<u>Physiologique</u> : Classement des réponses en cortisol (par ordre décroissant) : Caudectomie et castration par chirurgie à 4-6 semaines. Castration et caudectomie à l'anneau de caoutchouc à 1-8 semaines et castration à l'anneau de caoutchouc et à la pince (6 secondes) et caudectomie à l'anneau de caoutchouc, avec ou sans pince, entre à 3-8 semaines. Castration et caudectomie à l'anneau de caoutchouc à 1 semaine et castration et caudectomie à la pince (6 semaines) à 1 semaine. Castration et caudectomie à l'anneau avec AL (dans le collet du scrotum) à 6 semaines. Manipulation des témoins à 4-8 semaines. Castration et caudectomie à l'anneau et à la pince (10 secondes) à 1 semaine. Manipulation des témoins à la première semaine.	Mellor et Stafford, 2000 (examen)

¹Nombre de fois que l'agneau s'est levé et s'est couché dans les 60 premières minutes.

²Somme des cas d'agitation, de roulement, de trépidement, de ruade et de fléchissement des postérieurs.

Table A.4 : Effet de l'anesthésie locale* sur la réponse à la caudectomie ou à la castration.

Anesthésique local (AL)	Procédure	Âge des agneaux	Résultat	Référence
<p>Administration de 0,5 ml de chlorhydrate de bupivacaïne¹ (marcain 0,25 %, Astra Pharmaceuticals Ltd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - sous-cutanée sur toute la largeur de la queue du côté dorsal et ventral, 1 à 2 minutes avant la caudectomie; - locale dans l'espace épidural, 1 à 2 minutes avant la caudectomie. <p>Vaporisation analgésique : environ 6 ml d'anesthésiant Ralgex¹ (Beecham) contenant 67,77 % d'isopentane, 14.41 % de méthoxyméthane, 10 % de monosalicylate de glycol (tous p/p), de l'alcool isopropylique et du menthol ont été vaporisés pendant 3 secondes sur la largeur des surfaces dorsale et ventrale de la queue, à 10 cm de l'extrémité proximale, quelques secondes avant la caudectomie.</p>	<p>Caudectomie à l'anneau de caoutchouc, à l'anneau de caoutchouc suivie de l'application d'une pince ou au fer chaud</p>	<p>Agneaux d'environ 21 jours</p>	<p><u>Physiologique</u> : Tous les traitements analgésiques réduisent le pic moyen de réponse en cortisol, quelle que soit la technique de caudectomie utilisée.</p> <p><u>Comportemental</u> : L'AL (sous-cutané ou épidural) réduit la fréquence des comportements actifs observés et des postures allongées anormales à la suite d'une caudectomie à l'anneau de caoutchouc.</p> <p>L'administration sous-cutanée d'un AL réduit le temps passé en postures debout anormales à la suite d'une caudectomie à l'anneau de caoutchouc et le temps passé en postures anormales à la suite d'une caudectomie à l'anneau de caoutchouc et à la pince ou au fer chaud.</p> <p>Une vaporisation analgésique réduit les comportements actifs, quelle que soit la technique utilisée.</p>	<p>Graham et coll., 1997</p>
<p>Administration de 0,2 ml de chlorhydrate de lignocaïne², contenant 2 % d'adrénaline (Xylotox, Astra), à la moitié des agneaux, soit par injection à haute pression sans aiguille soit par injection traditionnelle dans les tissus dorso-latéraux gauches et droits de la queue, immédiatement après la pose de l'anneau de caoutchouc.</p>	<p>Caudectomie à l'anneau de caoutchouc, à l'anneau de caoutchouc et à la pince</p>	<p>Entre 5 et 8 jours</p>	<p><u>Physiologique</u> : La réponse en cortisol chez les agneaux ayant reçu un AL et caudectomisés à l'anneau de caoutchouc était similaire à celle des agneaux témoins. L'AL n'a pas influé sur la réponse en cortisol des agneaux caudectomisés au moyen d'un anneau de caoutchouc et d'une pince.</p> <p><u>Comportemental</u> : L'anesthésique local a réduit les scores REQ² moyens et réduit la fréquence de postures anormales chez les agneaux caudectomisés à l'anneau de caoutchouc sans AL.</p>	<p>Kent et coll., 1998</p>

Anesthésique local (AL)	Procédure	Âge des agneaux	Résultat	Référence
<p>Administration de 0,2 ml de lignocaïne² à la moitié des agneaux soit par injection à haute pression sans aiguille par injection traditionnelle au centre de chaque testicule immédiatement avant la pose de l'anneau, par injection à haute pression sans aiguille des côtés gauche et droit du collet du scrotum immédiatement après la pose de l'anneau ou par injection sous-cutanée traditionnelle dans chaque cordon spermatique immédiatement après la pose de l'anneau.</p>	<p>Castration à l'anneau de caoutchouc; à l'anneau de caoutchouc suivi de l'application d'une pince</p>	<p>Entre 5 et 8 jours</p>	<p><u>Physiologique</u> : Toutes les techniques d'AL ont réduit le pic de réponse en cortisol chez les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc. Les concentrations de cortisol étaient plus élevées chez les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc que chez les animaux témoins et les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc suivi de l'application d'une pince. L'AL n'a pas influé sur la réponse en cortisol des agneaux caudectomisés à l'anneau de caoutchouc et à la pince.</p> <p><u>Comportemental</u> : Les scores REQ² des agneaux castrés avec AL étaient plus élevés que ceux des animaux témoins, mais moins élevés que ceux des agneaux castrés sans AL.</p> <p>Les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc avec AL ont passé moins de temps que les animaux témoins en postures allongées normales, mais plus de temps que les agneaux n'ayant pas reçu d'AL.</p> <p>Les agneaux castrés sans AL exprimaient davantage de postures anormales que les animaux témoins, mais moins que les agneaux n'ayant pas reçu d'AL.</p>	<p>Kent et coll., 1998</p>
<p>Administration de nopaïne (2 % de chlorhydrate de lignocaïne², Ethical Agents, Auckland) par injection 15 minutes avant la castration dans les 3 sites (1 ml dans la surface antéro-médiale, 0,5 ml dans chacune des surfaces latérales) du collet du scrotum ou 0,5 ml dans chaque cordon spermatique, ou les deux, ou 0,5 ml dans chaque testicule.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA-SN : anesthésique local, collet du scrotum - LA-SC : anesthésique local, cordon spermatique - LA-SNSC : anesthésique local, collet du scrotum et cordon spermatique - LA-T : anesthésique local, testicules 	<p>Castration à l'anneau de caoutchouc; à l'anneau de caoutchouc suivi de l'application d'une pince; castration à la pince</p>	<p>En moyenne 43 jours (28-64)</p>	<p><u>Physiologique</u> : Les agneaux ayant reçu un AL avaient des réponses en cortisol similaires aux animaux témoins, sauf les agneaux SC ayant reçu un AL qui avaient une réponse plus marquée que les autres groupes ayant reçu un AL, mais moindre que les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc sans AL.</p> <p>L'AL a réduit les concentrations maximales en cortisol chez les agneaux castrés au moyen de l'application d'une pince pendant 10 secondes, mais les concentrations en cortisol étaient plus élevées que chez les agneaux témoins jusqu'à 120 jours après l'opération.</p> <p><u>Comportemental</u> : L'AL a grandement réduit l'agitation chez les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc, davantage chez les agneaux SNSC avec AL que chez les agneaux SC avec AL.</p> <p>Les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc ayant reçu un AL se tenaient debout et marchaient plus normalement que les agneaux CR sans AL, mais moins souvent que les agneaux témoins.</p> <p>Les SN avec AL et SNSC avec AL ont réduit les décubitus anormaux chez les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc.</p> <p>L'AL a considérablement réduit la fréquence des décubitus latéraux.</p> <p>Les agneaux castrés à l'anneau de caoutchouc et à la pince ayant reçu un AL ont passé plus de temps en postures debout et en locomotion normales que ceux n'ayant pas reçu d'AL et que les agneaux castrés uniquement à l'anneau de caoutchouc.</p> <p>L'AL n'a pas influé sur le temps passé en postures debout et en locomotion normales chez les agneaux castrés à la pince.</p>	<p>Dinniss et coll., 1997 (réponse physiologique) et Dinniss et coll., 1999 (réponse comportementale)</p>

Anesthésique local (AL)	Procédure	Âge des agneaux	Résultat	Référence
Administration de 0,3 ml de lignocaïne ² 2 % avec adrénaline (Norbrook Laboratories Ltd.) par deux injections à haute pression sans aiguille dans le collet du scrotum, les testicules et dans la partie dorso-latérale de la queue tout près de l'extrémité où l'anneau de caoutchouc a été posée.	Castration et caudectomie à l'anneau de caoutchouc	Moins de 2 jours	<u>Comportemental</u> : Fréquence des comportements de trépignement, de ruade et d'agitation de la queue similaire chez les agneaux caudectomisés et castrés à l'anneau de caoutchouc avec AL et chez les animaux témoins. Ces comportements ont culminé 21 jours après l'opération.	Kent et coll., 2000

*Les anesthésiques locaux ne sont disponibles que sur ordonnance vétérinaire au Canada.

¹ Non disponible pour usage vétérinaire au Canada.

² Homologué à des fins d'utilisation chez les ovins au Canada.

Table A.5 : Effet des anti-inflammatoires non stéroïdiens* (AINS) sur la réponse à la caudectomie ou à la castration.

AINS	Procédure	Âge des agneaux	Résultat	Référence
Injection de diclofénac sodique ¹ (Voltarol, Geigy) dans les muscles du cou, à raison de 1,5 mg/kg, 20 minutes avant la caudectomie.	Caudectomie à l'anneau de caoutchouc ou au fer chaud	Environ 21 jours	<u>Physiologique</u> : Les agneaux traités caudectomisés à l'anneau de caoutchouc avaient des niveaux de cortisol moins élevés que les agneaux caudectomisés non traités, mais aucune différence n'a été observée chez les agneaux caudectomisés au fer chaud. <u>Comportemental</u> : Les agneaux traités exprimaient plus de comportements actifs et de postures allongées anormales que les agneaux non traités et caudectomisés à l'anneau de caoutchouc ou caudectomisés, mais traités avec un anesthésique local.	Graham et coll., 1997
Injection sous-cutanée de 5 ml de flunixin ² (50 mg/ml; Norbrook Laboratories, R.-U.) ou de méloxicam ² (20 mg/ml; Boehringer Ingelheim, Australie) autour du scrotum, immédiatement avant la castration.	Castration à l'anneau de caoutchouc	4,8 ± 1,6 semaines	<u>Physiologique</u> : Les agneaux traités à la flunixin et au méloxicam présentaient des pics de cortisol moins marqués que les agneaux qui n'avaient reçu aucun AINS. Dans les 24 heures suivant l'opération, les agneaux ayant reçu un AINS présentaient des niveaux de cortisol intermédiaires entre ceux des animaux témoins castrés et des animaux à castration simulée. Température rectale, nombre total de leucocytes, neutrophilie : le nombre de lymphocytes et les concentrations d'haptoglobine n'étaient pas différents d'un groupe à un autre. <u>Comportemental</u> : Les agneaux traités à la flunixin ont exprimé moins de comportements d'élévation des membres et moins de comportements d'évitement de la douleur que les agneaux témoins. Les agneaux traités à la flunixin ont passé plus de temps en postures allongées ventrales normales, moins de temps en postures allongées ventrales anormales et moins de temps en postures anormales comparativement aux agneaux témoins. Les agneaux traités au méloxicam ont passé plus de temps en postures allongées ventrales et debout normales et en postures debout quelque peu anormales et en postures totalement anormales comparativement aux agneaux témoins. L'agitation et les comportements de recherche des mamelles n'étaient pas différents d'un groupe à un autre.	Paull et coll., 2012
Injection de diclofénac sodique ¹ (Voltarol, Geigy) dans les muscles du cou, à raison de 1,5 mg/kg, 20 minutes avant la castration.	Castration à la pince	3 semaines	<u>Physiologique</u> : Le diclofénac a réduit du tiers les niveaux maximaux de cortisol chez les agneaux témoins castrés à la pince. <u>Comportemental</u> : Le diclofénac a réduit le temps passé en postures anormales, en particulier les postures allongées anormales, et les tremblements. Le temps passé en postures debout normales était similaire à celui observé chez les agneaux témoins.	Molony et coll., 1997
Injection sous-cutanée de carprofène ¹ (Zenecarp pour veau; C-Vet), à raison de 0,5 mg/kg, 30 minutes avant la procédure.	Castration et caudectomie à l'anneau de caoutchouc	Nouveaux-nés	<u>Comportemental</u> : Le carprofène n'a pas influé sur les comportements d'inconfort (agitation, rotation de la tête en posture anormale, fléchissement des postérieurs, agitation de la queue, roulement et vocalisation) des agneaux	Price et Nolan, 2001

AINS	Procédure	Âge des agneaux	Résultat	Référence
Injection sous-cutanée de carprofène ¹ à raison de 4 mg/kg, 90 minutes avant la procédure.	Castration à l'anneau de caoutchouc ou chirurgicale et caudectomie au fer chaud	5 semaines en moyenne	<p><u>Physiologique</u> : Les concentrations de cortisol ont été réduites par le carprofène dans les 6 heures suivant l'opération, mais elles étaient plus élevées dans les 24 et 48 heures, comparativement aux animaux témoins.</p> <p>Neutrophilie : le nombre de lymphocytes et les concentrations d'haptoglobine étaient généralement à la baisse avec l'administration de carprofène.</p> <p><u>Comportemental</u> : L'agitation était généralement plus faible chez les agneaux traités au carprofène et les comportements entièrement liés à la douleur étaient moins marqués chez les agneaux traités, comparativement aux agneaux non traités castrés à l'anneau.</p>	Paull et coll., 2009

*Les AINS ne sont pas homologués à des fins d'utilisation sur des ovins au Canada et sont disponibles uniquement sur ordonnance vétérinaire.

¹ Non homologués à des fins d'utilisation chez les animaux destinés à l'alimentation. ² Non actuellement homologués à des fins d'utilisation sur des ovins au Canada.

Annexe 3. Autres ressources sur l'utilisation de la neige comme source d'eau

Alberta Agriculture Food & Rural Development Factsheet. (2004) *Watering cows with snow-frequently asked questions*.

Brown, L. (2006) *Winter outdoor livestock watering: It's all about the energy choices*. Livestock Watering Factsheet. British Columbia Ministry of Agriculture and Lands.

Dickie, D. et Bell, B. (1998) *Power outage management infosheet: Q/A: Beef cattle consuming snow as a source of water*. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

Wand, C. et Richardson, C. (2009) *Replacing water with clean snow for ewes and beef cows*. OMAFRA Factsheet. Disponible sur le site
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/09-065.pdf>

Manitoba Agriculture. (2008) *Snow as a water source for wintering beef cattle*. Available at
<http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/forages/pdf/bjb05s21.pdf>

Klemmer, R.G. (2006) *Watering cattle with snow*. Saskatchewan Stock Growers Association Magazine Article 12-06.

Glen, B. (2012) *Snow viable alternative to water*. Western Producer January 12, 2012.

Winqvist, C. (2008) *Utilizing snow as a water source*. Agriview. Saskatchewan Ministry of Agriculture.