

Une étude des pratiques de rechange à l'utilisation des antimicrobiens dans le contrôle des maladies des parcs d'élevage commerciaux

Préparé par :



Centre for Coastal Health
C.S. Ribble
T. Stitt
S. Iwasawa
L. Toews
C. Stephen

Mars 2010



Centre de collaboration nationale
des maladies infectieuses

National Collaborating Centre
for Infectious Diseases

Une étude des pratiques de rechange à l'utilisation des antimicrobiens dans le contrôle des maladies des parcs d'élevage commerciaux

C.S. Ribble^{1,2}, T. Stitt¹, S. Iwasawa¹, L. Toews², C. Stephen^{1,2}

¹ Centre for Coastal Health, ² Université de Calgary

Résumé

La présente étude a deux buts : a) de fournir un aperçu de l'industrie des parcs d'élevage modernes en Amérique du Nord de sorte à fournir un contexte et b) d'effectuer une recherche de la documentation scientifique dans le but de relever les pratiques de rechange à l'utilisation des antimicrobiens dans le contrôle des maladies au sein de cette même industrie. Un postulat de base de l'étude a été que la réduction de l'utilisation des antimicrobiens entraînerait une réduction du développement possible des bactéries résistantes aux antimicrobiens et de leur persistance dans le contexte d'un parc d'élevage. Pour réduire l'utilisation des antimicrobiens avec le plus grand degré d'efficacité dans le parc, on doit trouver d'autres moyens de prévention ou de gestion efficaces de la pneumonie bactérienne chez les veaux (souvent la raison principale de l'utilisation des antimicrobiens) au moment de leur arrivée au parc, aussi bien que d'autres maladies provoquées par des bactéries, y compris les abcès du foie. Par conséquent, la question clé de l'étude a été la suivante : Existe-t-il des pratiques de gestion qui n'incluent pas l'administration d'antimicrobiens et qui réduisent l'incidence de maladie ou de mortalité liée à la pneumonie, notamment chez les veaux à risque élevé des parcs d'élevage? Nous avons également cherché des pratiques de gestion qui réduisent l'incidence d'abcès du foie chez le bétail de parc, mais qui ne dépendent pas de l'utilisation subthérapeutique d'antimicrobiens ou des aliments médicamenteux.

Notre stratégie de recherche a compris des mentions de stratégies de gestion qui *incluaient* l'utilisation d'antimicrobiens ou qui analysaient le développement de la résistance aux antimicrobiens pour essayer de repérer tout exposé qui pourrait constituer une réponse aux questions de l'étude. Nous avons procédé ainsi puisque la recherche préliminaire qui s'en tenait à trouver des stratégies de gestion de maladie qui n'incluaient pas de telles mentions a donné très peu d'exposés. Nous avons adopté cette stratégie pour effectuer une recherche des bases de données bibliographiques d'OVID Medline, de CAB, d'Agricola, d'EMBASE et de BIOSIS sur les études publiées de 1988 à avril 2009. La stratégie a permis de relever 2820 résumés analytiques individuels qui ont ensuite été soumis à une série de critères d'inclusion et d'exclusion, ce qui nous a permis de les catégoriser en fonction de leur pertinence aux questions de l'étude, de la stratégie de contrôle de la maladie ou de l'infection étudiée et du caractère concluant des résultats et des conclusions tirés. Nous avons complété cette stratégie de recherche en étudiant la documentation citée dans les principaux exposés choisis dans le but de repérer d'autres exposés pertinents à l'étude. Cette recherche supplémentaire a donné 76 autres exposés qui ont également été soumis aux critères d'inclusion et d'exclusion.

Les projets de recherche qui avaient procédé à une évaluation critique des méthodes de prévention et de contrôle des maladies ou du développement de la résistance aux antimicrobiens (RAM) dans les parcs d'élevage se sont faits rares. Un ensemble d'opinions considérable recommande

une approche compréhensive et multiméthodes au contrôle des infections, **mais les essais cliniques ou l'évaluation systématique de l'efficacité des pratiques de contrôle des infections se limitent presque entièrement à l'évaluation des effets des vaccins sur les animaux avant leur arrivée au parc ou au moment de celle-ci et à l'évaluation des effets d'un traitement des animaux qui a recours à d'autres régimes antimicrobiens au moment de leur arrivée (métaphylaxie) ou après leur arrivée sur les questions de morbidité, de mortalité et de croissance.** La plupart des exposés qui portent directement sur la RAM sont des études d'écologie microbienne d'entérobactéries qui font l'objet d'une préoccupation dans le domaine de la santé publique au lieu d'agents pathogènes de bovins qui font l'objet d'une grande préoccupation. Ces exposés portent majoritairement sur *E. coli*, tandis qu'un nombre plus faible portent sur *Salmonella* et *Campylobacter*. La plupart des exposés font une analyse transversale et, par conséquent, n'offrent pas d'évaluation contrôlée des méthodes de gestion visant la prévention ou la réduction de la RAM.

Le nombre d'exposés qui avaient une certaine pertinence à notre sujet se chiffrait à 387, ce qui indique une moyenne de publication de 19 exposés par année au cours des 20 dernières années ou trois exposés environ tous les deux mois. Nous avons compté 142 exposés (ou 5 % des premiers 2896 résumés analytiques) qui portaient plus précisément sur les approches de gestion visant à réduire les maladies au sein du parc sans l'utilisation d'antimicrobiens. Un quart (36 ou 25 %) de ces exposés portait sur les *facteurs de risque* du développement des maladies dans le parc, tandis qu'un autre quart (33 ou 23 %) portait sur la *vaccination dès l'arrivée* au parc d'engraissement. Le sujet principal d'un cinquième (28 ou 20 %) des exposés était la *gestion des maladies* au sein d'un parc; seuls neuf de ces 28 exposés offraient des données probantes tirées de nouvelles données obtenues par les auteurs et aucun exposé ne fournissait des renseignements qui serviraient à

l'élaboration de stratégies efficaces sur la gestion des maladies au sein d'un grand parc d'engraissement moderne. Le reste des exposés ont étudié la gestion des maladies par des *moyens alimentaires* (17 ou 12 %), de vaccination ou de préconditionnement (un processus par lequel on procède au sevrage des veaux au moins trois semaines avant leur vente, on leur apprend à manger du convoyeur à aliments et on leur donne des vaccins) *avant l'arrivée* au parc d'engraissement (14 ou 10 %) et des questions diverses (14 ou 10 %).

Les exposés qui portaient sur les *facteurs de risque* de maladies étaient principalement des études par observation. Des agents pathogènes précis ont fait l'objet de l'étude de la majorité de ces exposés (20 exposés ou 56 %), tandis que d'autres ont étudié les facteurs de risque généraux (10) et quelques-uns ont étudié le comportement animal (3), le mélange (2) ou le transport. Un nombre de ces études par observation est utile à la compréhension de l'épidémiologie des maladies bactériennes dans les parcs d'engraissement et à la création d'hypothèses sur les stratégies de rechange dans la gestion des maladies. Par exemple, il semble que les maladies d'un parc d'engraissement peuvent se multiplier chez les vaches et les veaux, dans les parcs et les enclos à l'intérieur des parcs, bien que ces grappes de maladie soient mal comprises. Le temps de l'année de l'achat des animaux, le poids des veaux achetés (une approximation de l'âge), la source animale, la distance parcourue en camion (dans certaines situations), le mélange des veaux provenant de différentes sources et les facteurs climatiques (spécifiquement, la précipitation totale et les variations de température) sont des variables qu'on a démontrées comme étant des raisons importantes et possibles des grappes de maladie des parcs d'engraissement. Les gestionnaires des parcs utilisent actuellement ces variables pour leur permettre de classer et de déterminer, dès leur arrivée, les animaux qui sont à risque élevé de développer des maladies tôt dans le processus d'engraissement pour qu'ils puissent les traiter à l'aide d'antimicrobiens en métaphylaxie immédiatement à leur arrivée.

Malheureusement, nous avons relevé peu de détails dans la documentation liés à la gestion d'animaux à risque élevé dès leur arrivée à part le fait d'éviter d'en faire l'achat, une approche qui ne s'avère utile que pour les propriétaires des parcs d'engraissement relativement petits. Il existe beaucoup moins de documentation publiée sur d'autres variables, telles que l'hygiène des enclos, la taille ou la densité des enclos, ou le déplacement des animaux malades à l'intérieur du parc, qui pourraient être utilisées par les gestionnaires des parcs d'engraissement pour les aider à améliorer leurs méthodes actuelles de gestion de maladie.

Plusieurs études par observation sur les facteurs de risque ont conclu que le risque de morbidité et de mortalité suite à une pneumonie chez les veaux augmente appréciablement à l'automne lorsque la vente de veaux nouvellement sevrés atteint son plus haut niveau. De plus, certaines personnes ont trouvé que le risque peut s'aggraver de façon importante plus l'automne avance, un phénomène que les chercheurs canadiens appelaient l'effet du mois de novembre au début des années 1990. Cette conclusion correspond aux observations de certains gestionnaires de parcs d'engraissement qui remarquent que l'efficacité de leurs stratégies d'antimicrobiens en métaphylaxie visant les veaux à risque élevé semble diminuer plus l'automne avance. Il faut des études qui se penchent sur la question de l'effet du mois de novembre pour établir le bien-fondé et l'ampleur de ce phénomène prétendu à l'échelle de l'industrie, pour établir à quel point la RAM serait ou ne serait pas liée à ce phénomène et, enfin, pour définir les solutions qui s'imposent. Ces études devraient inclure des comparaisons de diverses stratégies de gestion des animaux à l'intérieur des parcs en tenant compte de l'hygiène et de la densité des enclos, de l'alimentation et du déplacement des animaux, et elles devraient comprendre l'inclusion de multiples stratégies d'utilisation d'antimicrobiens et en quoi ces stratégies pourraient diminuer l'effet du mois de novembre d'une façon efficace.

Les vaccins donnés contre la pneumonie à l'arrivée semblent avoir un certain effet, bien qu'il semble être moindre que l'effet de la stratégie parallèle d'antimicrobiens en métaphylaxie. Ce fait n'est pas surprenant étant donné que de nombreux veaux arrivent au parc déjà infectés avant qu'ils ne soient vaccinés. Cependant, l'efficacité réelle du vaccin à l'arrivée a été embrouillée par des failles de conception renfermées dans de nombreux exposés. Qui plus est, étant donné que de nombreux essais pratiques des vaccins sont effectués dans des milieux où tous les animaux à risque élevé reçoivent des antimicrobiens en métaphylaxie à leur arrivée, il est difficile de déterminer l'efficacité des vaccins sans antimicrobiens en métaphylaxie. Il existe aussi des données probantes qui indiquent que la vaccination des veaux administrée lorsqu'ils font toujours partie d'une exploitation de naissance plusieurs semaines avant d'être envoyés au parc d'engraissement réduit les maladies au parc, mais l'uniformité et le degré de l'effet ont été difficiles à déterminer, ce qui est attribuable, en partie, aux défis en matière de conception. Cette réalité, en plus de l'incapacité du système de transfert du marché en vif de fournir un montant d'argent systématiquement aux personnes chargées des exploitations de naissance leur permettant ainsi de faire vacciner les veaux, fait en sorte que les vaccins préadministrés et le préconditionnement ne se sont pas inscrits dans les stratégies efficaces de gestion de maladie des propriétaires des parcs d'engraissement en Amérique du Nord.

Les abcès du foie constituent l'une des raisons les plus citées de l'utilisation des antimicrobiens dans l'alimentation des animaux à l'intérieur des parcs d'engraissement. Seuls onze exposés portaient directement sur les abcès du foie. Les tentatives de vaccination contre cette maladie bactérienne ont donné au mieux des résultats discutables. En l'absence d'un vaccin efficace et étant donné les protocoles alimentaires actuels qui nécessitent une transition rapide aux aliments pour animaux à haute teneur en énergie, les aliments médicamenteux

demeurent l'approche la plus commune à la réduction de la prévalence et de la gravité des abcès du foie. Il y a un manque d'études qui se penchent systématiquement sur les effets des antimicrobiens sur la RAM dans des conditions commerciales.

En conclusion et avec l'exception possible des vaccins contre certains agents pathogènes à l'arrivée ou avant, il n'existe aucun essai sur le terrain publié au cours des 20 dernières années qui offre des données probantes sur des pratiques de gestion utiles des grands parcs d'engraissement modernes qui réduiraient l'incidence de maladies et de mortalité liées à la pneumonie bactérienne qui n'inclut pas également l'administration d'antimicrobiens. Les projets d'études par observation ont fourni des renseignements utiles concernant la définition des caractéristiques d'un animal à risque élevé qui arrive au parc pour qu'on puisse ensuite assurer qu'il reçoive des antimicrobiens en métaphylaxie. On devrait encourager d'autres études par observation et d'autres essais sur le terrain pour étudier à fond l'efficacité des pratiques de rechange de gestion de maladie sans recours aux antimicrobiens. On devrait étudier les effets à long terme de l'utilisation des antimicrobiens en métaphylaxie dans les parcs d'engraissement sur l'efficacité du traitement et sur la RAM, et ces études devraient être effectuées à l'intérieur des parcs et dans divers parcs d'engraissement. Dernièrement, on devrait encourager la consultation auprès des chercheurs qui étudient déjà la rotation des agents antimicrobiens dans les milieux hospitaliers pour humains. Dans les deux milieux, on pourrait étudier les défis en matière de conception dans le but de déterminer comment on pourrait faire avancer la recherche à l'aide d'un échange d'idées réciproque.

Table des Matières

Résumé	i
Introduction et renseignements généraux pertinents	3
Organisation du présent rapport	4
Maladies infectieuses dans les parcs d'engraissement	4
Résistance aux antimicrobiens chez les bovins en parc d'engraissement	7
Lignes directrices sur l'administration judicieuse d'antimicrobiens aux bovins de boucherie	10
Pratiques en matière d'utilisation des antimicrobiens dans les parcs d'engraissement	16
Objectifs et politiques/pratiques	21
Matériel et méthodes	22
Stratégie de recherche	22
Critères d'inclusion et d'exclusion	22
Collecte de données et méthodes d'évaluation	24
Résultats	25
Résultats de recherche	25
Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement	26
Facteurs de risque de l'émergence des maladies au parc d'engraissement	27
Vaccination dès l'arrivée au parc d'engraissement	28
Gestion des maladies et des infections au parc d'engraissement	36
Gestion des maladies par des moyens alimentaires	36
Préconditionnement ou vaccination au cours des semaines précédant l'arrivée des animaux au parc	38
Mélange, installations conçues pour la manipulation des animaux et surveillance	40
Comment expliquer la rareté des essais sur le terrain publiés en matière de gestion?	42
Orientations futures	44
Conclusion	46
Références	47
Annexe 1 : Bovins de boucherie en Amérique du nord	58
Cycle de production des bovins de boucherie en Amérique du Nord	58
Aperçu de l'industrie canadienne du bœuf	59
Tendances en matière de consommation de viande rouge	62
Résumé	64
Annexe 2 : Points potentiels de contrôle des infections dans un parc d'engraissement pour bovins de boucherie	65
Annexe 3 : Stratégie de recherche dans medline (Ovid)	70
Annexe 4 : Stratégies de contrôle des maladies méritant un examen approfondi	72

Introduction et renseignements généraux pertinents

La commercialisation d'antimicrobiens a favorisé la croissance et l'industrialisation des systèmes de production d'animaux en parcs d'engraissement en fournissant aux producteurs les méthodes nécessaires au contrôle des maladies, particulièrement les maladies respiratoires et entériques, lesquelles sont fréquemment diagnostiquées au sein d'élevages intensifs d'animaux (1–3). Néanmoins, la morbidité et la mortalité associées aux maladies infectieuses demeurent d'importants obstacles à la production de bovins élevés en parcs d'engraissement. L'utilisation d'antimicrobiens demeure donc essentielle en matière de production intensive d'animaux.

L'industrie agricole reconnaît que l'emploi d'antimicrobiens dans les systèmes de production d'animaux représente de plus en plus un sujet d'inquiétude dans la population. Le succès de l'industrie repose sur la capacité de préserver la confiance des consommateurs. La lutte contre les maladies contribue également en grande partie au maintien de la rentabilité des élevages bovins. Les principaux dirigeants de l'industrie reconnaissent que le fait de « se fier au prochain médicament qui sera homologué » ne peut constituer le fondement de leur lutte contre les maladies infectieuses. On tente constamment de trouver d'autres traitements et d'adopter d'autres procédures de gestion afin de réduire l'incidence des maladies.

Au cours des vingt dernières années, bon nombre de gestionnaires de parcs d'engraissement ont noté une augmentation des problèmes liés à la morbidité et à la mortalité associées aux maladies respiratoires chez les veaux à risque élevé peu après leur arrivée au parc d'engraissement. Cette tendance a été observée malgré l'arrivée sur le marché de nouveaux antimicrobiens plus coûteux. Certains gestionnaires ont quant à eux indiqué qu'ils avaient noté une diminution de l'efficacité des antimicrobiens lorsqu'ils les utilisaient durant l'automne, au moment

de l'année où les veaux arrivent aux parcs en grand nombre et les conditions météorologiques se détériorent, et lorsque les taux de morbidité liés aux troubles respiratoires augmentent.

En raison de cette tendance, l'industrie des bovins en parc d'engraissement est bien préparée à examiner diverses approches de gestion visant à réduire le développement possible d'une résistance aux antimicrobiens (RAM) qui pourrait nuire à l'efficacité antimicrobienne dans le contrôle des maladies des parcs d'engraissement. Ces approches comprennent la réduction de l'utilisation des antimicrobiens, l'étude de multiples stratégies d'utilisation d'antimicrobiens, ainsi que la mise en œuvre de pratiques exhaustives de contrôle des infections avec l'intention de réduire la prévalence des infections dans les parcs d'engraissement.

Le fondement des plans visant à prévenir la RAM et à combattre les problèmes de résistance dans le secteur de la santé humaine repose sur des programmes complets de contrôle des infections. Une priorité absolue du rapport des Centers for Disease Control and Prevention des États-Unis intitulé *The Interagency Task Force on Antimicrobial Resistance and a Public Health Action Plan to Combat Antimicrobial Resistance*, consiste à « évaluer l'efficacité [...] des pratiques actuelles et à venir en matière de contrôle des infections dans le secteur des soins de santé, en contexte de soins prolongés et au sein de la communauté » (traduction). En revanche, leur priorité absolue en ce qui concerne l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux d'élevage contribuant à la RAM chez les agents pathogènes était axée sur l'examen et le processus d'approbation des nouveaux médicaments destinés au secteur agricole (4). Le document intitulé *Global Principles for the Containment of Antimicrobial Resistance in Animals Intended for Food* (5) de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) vise lui aussi essentiellement la surveillance et l'utilisation prudente des médicaments chez les animaux, contrairement à un programme intégré de prévention basé sur le contrôle exhaustif des infections. Ce ne sont pas les articles et les opinions qui manquent

au sujet de l'impact de l'utilisation d'antimicrobiens sur le fardeau des agents pathogènes résistants aux antimicrobiens chez les humains. Par contre, peu de documents sont consacrés aux approches exhaustives et systématiques permettant le contrôle des infections en vue de prévenir l'émergence de la résistance aux médicaments antimicrobiens à la ferme comme moyen de prévention primaire.

Dans le domaine agricole, il existe des données probantes qui indiquent qu'en l'absence d'antimicrobiens, la flore naturelle fait concurrence aux agents pathogènes résistants aux antimicrobiens, diminuant ainsi le risque de prolifération de ces derniers (6). Par conséquent, il importe de trouver des mesures de gestion visant à réduire la nécessité d'utiliser des antimicrobiens. En effet, cela semble être une stratégie valable et une option qui serait plus gagnante dans la lutte contre l'émergence des souches résistantes aux antimicrobiens que celle visant à poursuivre la production de nouvelles générations de médicaments.

Organisation du présent rapport

La présente étude avait pour but de faire une revue de la documentation scientifique afin de recenser les méthodes de contrôle des maladies auxquelles on a recours dans l'industrie des parcs d'engraissement en Amérique du Nord et qui n'incluent pas l'utilisation d'antimicrobiens. Un postulat de base de l'étude a été que la réduction de l'utilisation des antimicrobiens entraînerait une réduction du développement possible des bactéries résistantes aux antimicrobiens et de leur persistance dans le contexte d'un parc d'engraissement.

Cette étude visait également à donner au lecteur un aperçu des éléments clés de l'industrie des parcs d'engraissement modernes en Amérique du Nord qui s'avèrent pertinents à l'utilisation des antimicrobiens. Pour réduire l'utilisation des antimicrobiens avec le plus grand degré d'efficacité dans le parc, on doit trouver d'autres moyens de prévention ou de gestion efficaces de la pneumonie bactérienne chez les veaux (souvent la raison principale de l'utilisation des antimicrobiens) au moment de leur arrivée au

parc, ainsi que d'autres maladies provoquées par des bactéries, y compris les abcès du foie. La première section du rapport renferme des renseignements généraux sur les maladies infectieuses décelées dans le parc qui sont la raison principale de l'utilisation des antimicrobiens. Dans les sous-sections suivantes, nous examinons brièvement ce que l'on connaît de la résistance antimicrobienne dans les parcs d'engraissement commerciaux, nous présentons les lignes directrices sur l'administration judicieuse des antimicrobiens dans les parcs en Amérique du Nord et nous présentons aussi une brève description des pratiques actuelles en matière d'utilisation des antimicrobiens dans les parcs.

À la section 3, nous nous penchons de nouveau sur nos objectifs spécifiques en mettant l'accent sur les sections qui suivent et qui traitent des pratiques de gestion qui n'incluent pas l'administration d'antimicrobiens. Les sections 4 à 6 sont consacrées à l'approche que nous avons adoptée pour consulter la documentation. Puis, nous présentons les résultats de nos recherches à la section 7. Une discussion est présentée aux sections 8 et 9.

Pour le lecteur peu familier avec l'industrie des parcs d'engraissement qui souhaiterait obtenir plus d'information sur le fonctionnement de cette industrie en Amérique du Nord, un guide d'introduction intitulé « Bovins de boucherie en Amérique du Nord » figure à l'annexe 1. Enfin, à l'annexe 2, nous présentons les lignes directrices standard relatives au contrôle des infections chez l'humain dans un établissement de soins de santé et nous les comparons aux méthodes de contrôle des infections auxquelles on pourrait recourir dans les parcs d'engraissement.

Maladies infectieuses dans les parcs d'engraissement

Le complexe respiratoire bovin (CRB) est la cause la plus fréquente de morbidité et de mortalité dans les parcs d'engraissement aux États-Unis (7). Le CRB est une maladie multifactorielle complexe observée chez les veaux qui est souvent provoquée par des conditions stressantes ou des événements environnementaux qui surviennent entre le

sevrage et les 30 premiers jours dans le parc (d'où le synonyme *fièvre des transports*), et qui met fréquemment en jeu au moins un agent étiologique viral en association avec une infection bactérienne concomitante (7,8). Le virus respiratoire syncytial bovin (VRSB), le virus parainfluenza 3 (PI3), le virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine (RIB) et le virus de la diarrhée virale des bovins (DVB) sont souvent des agents en cause. De plus, *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Mycoplasma dispar* et *Mycoplasma bovis* sont les bactéries les plus fréquemment isolées dans les cas de CRB (7–11). Le synergisme pathogène complexe qui est associé au CRB clinique rend difficile l'établissement d'un diagnostic précis et le traitement efficace de l'agent pathogène spécifique (9,12). Par conséquent, les veaux sont habituellement traités dès leur arrivée dans un parc. On leur administre un antimicrobien à large spectre en métaphylaxie à des fins préventives. Malheureusement, la morbidité et la mortalité associées au CRB continuent à toucher les veaux nouvellement arrivés dans les parcs.

Une étude sur la prévalence menée par Gagea et ses collaborateurs (16), a permis de démontrer que le principal élément contributif au décès de veaux dans les 60 jours suivant leur arrivée dans des parcs d'engraissement de bovins en Ontario

était la bronchopneumonie fibrinopurulente (49 des 99 veaux). Parmi les 99 veaux, 36 sont décédés d'une bronchopneumonie caséonécrotique attribuable à *Mycoplasma bovis*, 19 d'une maladie respiratoire virale, 21 du virus de la diarrhée virale des bovins (DVB), 8 d'une myocardite à *Hæmophilus (Histophilus) somni*, 2 d'un ballonnement ruminal et 8 autres veaux de maladies diverses. Les troubles respiratoires, imputables à différents agents pathogènes, sont associés à un taux de mortalité élevé chez les veaux. Smith (11) a estimé que pour 1 000 veaux qui arrivent dans un parc d'engraissement, 7,2 mourront de troubles respiratoires (principalement du complexe respiratoire bovin ou de la fièvre des transports), 2,9 mourront de troubles de l'appareil digestif (comme les ballonnements et la coccidiose) et 2,5 mourront d'autres maladies (p. ex. le piétin, des blessures et la diphtérie). Les veaux de 6 à 8 mois récemment sevrés, qui proviennent de plusieurs établissements et qui sont en contact avec d'autres veaux dans des marchés aux enchères et des camions de transport, présentent habituellement un risque nettement plus élevé de maladie respiratoire (17) et de décès. Il existe aussi des données probantes qui indiquent que le risque fluctue selon la saison. En effet, il y avait plus de décès des suites d'une pneumonie fibrineuse chez les veaux à la fin du mois d'octobre et en novembre (18).

Tableau 1 : Les maladies les plus fréquemment diagnostiquées dans les parcs d'engraissement et leur prévalence (références choisies)

Maladies fréquentes	Prévalence de la maladie		Source
	Morbidité	Mortalité	
Complexe respiratoire bovin (CRB)	15 à 45 %	1 à 5 %	Gallo et Berg (9)
	14 à 45 %	1 à 5 %	Kelly et Janzen (13)
	Peut dépasser	7,2/1 000	Smith (11)
	50 %	2,4 à 5,3 %	Ribble, Meek, Jim <i>et al.</i> (14)
Abcès du foie	12 à 32 %		Nagaraja et Lechtenberg (15)
Troubles de l'appareil digestif (p. ex. ballonnements)		2,9/1 000	Smith (11)
Autre		2,5/1 000	Smith (11)

Tableau 2 : Périodes de prévalence accrue de maladies respiratoires chez les bovins en parc d'engraissement (références choisies)

Observation	Délai d'apparition	Source
Maladie fébrile considérée comme un CRB	Au cours des 27 jours suivant l'arrivée au parc	Duff et Galyean (7)
Bronchopneumonie fibrinopurulente ou bronchopneumonie caséonécrotique	14,6 ± 2,0 jours ou 15,5 ± 1,5 jours	Gagea <i>et al.</i> (16)
Taux de mortalité	Taux d'incidence le plus élevé au jour 16	Ribble <i>et al.</i> (20)
Survenue d'une maladie mortelle	26 % des veaux décédés avaient contracté une maladie 7 jours après leur arrivée au parc, 22 % sont décédés dans les 14 jours suivant leur arrivée après avoir contracté une maladie, 48 % étaient malades au jour 16	Ribble <i>et al.</i> (20)
Séroconversion au coronavirus bovin	58 % dans les 28 jours suivant l'arrivée au parc (20 à 78 %)	Lathrop <i>et al.</i> (21)
Infections respiratoires dans la majorité des cas	Au cours des 30 jours suivant l'arrivée au parc	Alexander <i>et al.</i> (22)
Principalement des isolats de la bactérie pathogène <i>P. hemolytica</i>	Au cours des 15 premiers jours suivant l'arrivée au parc	Purdy <i>et al.</i> (23)
Pneumonie bactérienne dans la majorité des cas (pasteurellose)	Au cours des 14 jours suivant l'arrivée au parc	Griffin (24)

La période à laquelle arrive un veau au parc d'engraissement est déterminante pour ce qui est du contrôle des maladies infectieuses. Les principales causes de morbidité et de mortalité dans les parcs d'engraissement nord-américains apparaissent en deux vagues (tableau 2). En règle générale, la première vague s'observe dans les 2 à 3 semaines suivant l'arrivée de l'animal au parc et elle est associée au complexe respiratoire bovin (CRB) (9). Quant à la seconde vague, elle survient plus tard au cours du cycle de vie en parc d'engraissement et elle est souvent associée à une infection généralisée à *Histophilus somni* (9) ou à une pneumonie interstitielle aiguë (PIA) (11). Ce modèle explique pourquoi les antimicrobiens sont principalement

utilisés dans les parcs d'engraissement au cours des 30 premiers jours suivant l'arrivée des animaux (19).

Edwards (17) a noté que 70 % des cas de morbidité ont été signalés dans les 45 jours suivant l'arrivée des animaux au parc; 40 % des décès sont survenus au cours de cette même période. Kelly et Janzen (13) ont quant à eux passé en revue la documentation publiée entre 1955 et 1984 sur l'incidence de la morbidité et de la mortalité au cours des 10 semaines suivant l'arrivée des veaux dans des parcs d'engraissement en se basant sur des articles ayant utilisé les notions de « traitement », de « maladie » ou de « maladies respiratoires » pour la définition d'un cas de morbidité. L'incidence de

la morbidité oscillait entre 14 et 45 % et la limite supérieure était de 69 %. En moyenne, les taux de mortalité se situaient entre 1 et 5 %, mais des taux de mortalité aussi élevés que 15 % ont été signalés. La variation biologique qui existe entre les veaux (p. ex. l'état immunitaire, le niveau de stress, la charge d'agents pathogènes, les antécédents nutritionnels, le nombre de veaux en contact avec d'autres provenant d'autres fermes) ainsi que la variabilité dans les méthodes de gestion utilisées dans les différents parcs d'engraissement (p. ex. la façon dont les veaux sont achetés et l'endroit où la transaction a lieu, la sélection en vue du préconditionnement, les pratiques de gestion, les compétences du personnel) sont autant de facteurs qui contribuent aux variations des taux d'incidence que l'on observe d'un parc d'engraissement à un autre et même à l'intérieur d'un parc en particulier, d'une année et d'un enclos à l'autre.

Les premières semaines suivant l'arrivée d'un veau dans un parc peuvent également coïncider avec une prévalence accrue de bactéries résistantes aux antimicrobiens à l'intérieur des installations. À leur arrivée dans les parcs d'engraissement, les veaux sont déjà les hôtes d'organismes résistants aux antimicrobiens, notamment des types auxquels ils n'ont pas encore été exposés; la provenance des veaux et les agresseurs environnementaux semblent avoir un impact sur le nombre de veaux hébergeant des organismes présentant une RAM à leur arrivée dans les installations (19,25-28). La probabilité que les veaux excrètent *E. coli* résistant à un ou à plusieurs médicaments augmente quelques jours seulement après leur arrivée au parc (29). La transmission d'organismes résistants aux antimicrobiens d'un enclos à un autre et parmi les veaux semble survenir en grande partie pendant la période de stress accru suivant l'arrivée des animaux dans les parcs ou pendant de courtes périodes après le traitement. Il ne semble pas s'agir d'un phénomène très répandu (26,30-32). Les taux de RAM peuvent augmenter après l'arrivée au parc, et ce, pendant plusieurs semaines, mais ils tendent à diminuer au cours de la seconde moitié de la période d'engraissement, ce qui pourrait être le reflet

des effets que produisent les agents stressants sur l'excrétion après l'arrivée des animaux à l'intérieur des parcs (29). Avec le temps, les différences quant à la prévalence de la RAM observée chez les veaux à leur arrivée dans les parcs disparaissent, ou encore les nouvelles souches qui sont isolées s'avèrent non résistantes, sans doute en raison de facteurs environnementaux de sélection (26,27).

Résistance aux antimicrobiens chez les bovins en parc d'engraissement

Le rôle spécifique que revêt l'utilisation des antimicrobiens chez les animaux d'élevage dans le développement de la résistance aux antimicrobiens chez les agents anthropopathogènes est largement contesté. L'emploi des antimicrobiens est très répandu en médecine humaine ou vétérinaire et en agriculture pour traiter et prévenir les maladies infectieuses. De plus, dans le secteur agricole, on a recours aux antimicrobiens comme additifs alimentaires pour favoriser la croissance et le rendement en viande. Le développement de la résistance aux antimicrobiens de première intention, peu coûteux et efficaces, s'avère de plus en plus problématique à l'échelle mondiale tant en médecine humaine qu'en médecine vétérinaire (33-36). Ce problème constitue une source de préoccupation et a mené à l'établissement de plans d'action. En 1969, Swann publiait un rapport basé sur le principe de précaution et préconisait l'interdiction de recourir aux antimicrobiens utilisés en médecine humaine comme additifs pour l'alimentation des animaux d'élevage au Royaume-Uni. En Suède, les utilisateurs de stimulateurs de croissance antimicrobiens ne peuvent se procurer ces substances sans ordonnance depuis 1986 (37). En juillet 1989, l'Union européenne a décrété l'interdiction d'utiliser la virginiamycine, la bacitracine de zinc, la tylosine et la spiramycine comme stimulateurs de croissance, puis, en 2006, elle a interdit l'utilisation du monensin, de l'avilamycine, de la salinomycine et de la flavomycine à cette fin (38).

La résistance aux antimicrobiens se manifeste lorsque des sous-populations bactériennes ayant une résistance préexistante ou une sensibilité réduite à ces substances sont choisies en présence de la pression sélective provenant de l'utilisation d'un antimicrobien. Ces sous-populations de microbes sélectionnées peuvent alors transmettre leurs gènes de résistance pendant le processus de réplication ou par conjugaison (processus durant lequel les plasmides transportant les éléments de résistance passent d'un organisme à un autre) (36), transfection et transposition. L'utilisation inappropriée d'antimicrobiens, c'est-à-dire leur emploi pendant des périodes trop courtes, à raison de doses trop peu élevées, selon une puissance thérapeutique inadéquate ou dans le cas d'un animal qui devrait être traité au moyen d'un autre médicament, explique en grande partie l'émergence de la résistance aux antimicrobiens (33,36). Ces mécanismes de base ne suscitent aucune controverse. Néanmoins, la contribution proportionnelle de l'agriculture à la RAM observable parmi le bassin d'agents pathogènes auxquels les gens sont exposés n'a été ni établie ni quantifiée de manière irréfutable. Le présent document ne vise pas à tirer des conclusions définitives sur ce sujet, mais plutôt à invoquer le principe de précaution qui préconise avant tout l'établissement de plans d'action afin d'éliminer la menace que représentent les organismes résistants aux antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation, ou d'en diminuer l'ampleur.

En plus du débat entourant les risques pour la santé publique découlant de la RAM liés à l'emploi chez l'humain des antimicrobiens utilisés chez les animaux d'élevage, le rôle de l'utilisation des antimicrobiens dans l'émergence ou la transmission d'organismes résistants aux antimicrobiens à l'intérieur des parcs d'engraissement est également un sujet de discussion qui se prête au débat d'idées. Selon de nombreuses études menées dans des parcs d'engraissement de bovins situés dans différentes régions, les souches entériques d'*Escherichia coli*, de *Salmonella*, de *Campylobacter* et d'*Enterobacter* peuvent transmettre des gènes de résistance à un ou plusieurs antimicrobiens (28,29,39–42). Certains

auteurs ont démontré que la prévalence de la RAM augmentait selon le temps que passe l'animal à l'intérieur d'un parc d'engraissement (29,43), tandis que d'autres n'ont établi aucune corrélation entre l'utilisation des antimicrobiens et la prévalence de la RAM dans ce type de parcs (39,44,45). Hoyle *et al.* (2006) ont décelé des isolats d'*E. coli* générique résistant à l'ampicilline à l'intérieur d'une exploitation bovine de type biologique qui n'avait jamais eu recours aux antimicrobiens. Dargatz *et al.* (46) n'ont fait état d'aucune association entre les modèles de résistance de *Salmonella* dans les parcs d'engraissement et les médicaments administrés aux animaux au moment de l'échantillonnage. Ces auteurs ont toutefois recommandé d'éviter de généraliser en faisant ressortir que les nombreuses bactéries réagissaient différemment à la gestion de la résistance (46).

Ces écarts poussent certains auteurs à soutenir qu'à ce jour, aucun lien n'a pu être clairement établi entre les animaux traités au moyen d'antimicrobiens et l'émergence d'agents pathogènes résistants à ces substances, et encore moins avec la transmission de ces agents pathogènes aux humains (37,47,48). Les producteurs trouvent cela rentable d'utiliser des additifs antimicrobiens de qualité alimentaire pour favoriser la prophylaxie et la croissance. Gallo et Berg (37) ont démontré que l'ajout de chlortétracycline et de sulfaméthazine à la nourriture à raison de 250 mg/tête/jour pendant les 56 jours suivant l'arrivée des animaux au parc d'engraissement permettait de réduire considérablement l'incidence de maladie respiratoire aiguë et chronique ainsi que le taux de récurrence. Une réduction des cas de maladie aiguë et chronique permet non seulement de diminuer les coûts liés au traitement et les taux de mortalité, mais aussi d'augmenter la prise de poids moyenne observée sur une base quotidienne, ce qui représente un profit financier pour le producteur.

Les répercussions de l'utilisation des antimicrobiens sur les modèles de RAM n'ont pas été constantes pour l'ensemble des parcs d'engraissement, des maladies ou des agents pathogènes (16,25,49–52). Des études indiquent que les stratégies d'utilisation

d'antimicrobiens dans les parcs d'engraissement influent sur la distribution d'abondance et saisonnière des gènes de résistance aux antimicrobiens (53,54). D'autres travaux révèlent qu'il n'existe pas de corrélation entre l'utilisation des antimicrobiens et la RAM (39,52,55). La présence de variations d'une année, d'un parc d'engraissement et d'un enclos à l'autre donne à penser qu'aucune stratégie ne saurait assurer le contrôle de la RAM; l'élaboration d'un programme incluant plusieurs méthodes adaptatives peut s'avérer nécessaire. Cependant, l'obtention de résultats contradictoires pourrait refléter l'approche utilisée pour caractériser le risque de RAM (p. ex., la culture bactérienne comparativement à l'évaluation des gènes de résistance) et les organismes cibles étudiés. Très peu d'articles ont évalué explicitement les répercussions des protocoles d'utilisation des antimicrobiens sur les données relatives à la RAM (56). Il est aussi très important de souligner que les travaux de recherche sur lesquels nous sommes penchés pour en savoir davantage sur les liens existant entre l'exposition aux antimicrobiens et la RAM portaient essentiellement sur les effets que peuvent avoir les antimicrobiens sur les bactéries entériques (surtout les bactéries commensales dans le cas des bovins) qui font l'objet d'une préoccupation dans le domaine de la santé publique plutôt que sur les agents pathogènes qui sont à l'origine de la plupart des maladies signalées dans les parcs d'engraissement (19,25–27,57).

On ne devrait pas s'étonner de lire, dans certaines études, que l'exposition aux antimicrobiens augmente la prévalence ou l'excrétion de bactéries résistantes à l'intérieur de parcs d'engraissement de bovins. Il n'y a rien d'étonnant non plus au fait que l'existence de données appuyant la conclusion que l'ajout d'antimicrobiens à l'alimentation était plus souvent associé au phénomène de résistance que les médicaments injectables (uniquement les animaux touchés), étant donné que les aliments médicamentés sont administrés à un nombre plus grand d'animaux, sur des périodes plus longues et à raison de doses moins élevées que pour le traitement d'animaux individuels (58). Un certain nombre d'auteurs concluent toutefois leurs articles

en affirmant que le taux de RAM à l'intérieur des parcs d'engraissement n'étaient pas étonnamment élevé, et qu'en fait, le taux de résistance à plusieurs médicaments était peu élevé et que le taux de résistance aux médicaments de première intention en médecine humaine était également faible (29,44,49,55,59–61). D'après les résultats obtenus à la suite d'un sondage mené auprès d'abattoirs relativement à la contamination des carcasses par des bactéries entériques, les animaux à l'intérieur des parcs qui se conforment à des normes sanitaires strictes représentent un faible risque pour la santé publique, car on y retrouve quelques sérotypes seulement de *Salmonella* qui font l'objet de préoccupations dans le domaine de la santé publique et quelques-uns seulement présentaient une tendance à résister fortement aux antimicrobiens (61).

Un certain nombre d'études ont relancé le débat sur les effets liés à l'exposition aux antimicrobiens et sur les modèles de RAM, ce qui laisse croire que des pressions de sélection environnementale non spécifiées pourraient jouer un rôle important sur la présence, le type et la prévalence de RAM à l'intérieur des parcs d'engraissement (25,26,31,41,49,62). Les sources environnementales de bactéries résistantes, y compris la nourriture et les appareils contaminés, peuvent même servir de source d'infection ou de colonisation par des organismes résistants aux antimicrobiens chez le bétail en pâturages ou en parcs d'engraissement (25,31,32,63,64).

Dans le cadre des différentes études, les animaux ont rarement été suivis de l'élevage à l'abattage pour déterminer si les clones résistants sont entrés dans la chaîne alimentaire humaine. Des données ont appuyé la conclusion selon laquelle des clones résistants ne persistent pas et que leur résistance chutait considérablement avant que l'animal soit abattu (26,27,65) et selon laquelle l'exposition aux médicaments plus tôt dans la période d'engraissement n'a pas entraîné l'obtention de différents schémas de résistance comparativement aux animaux non traités (66). Un article a conclu

qu'en présence d'un état de santé médiocre et d'une contamination accrue du cuir, il y avait une augmentation du risque à l'effet que les agents pathogènes résistants aux antimicrobiens faisant l'objet d'une préoccupation dans le domaine de la santé publique puissent entrer dans la chaîne alimentaire humaine à l'abattage (61).

Lignes directrices sur l'administration judicieuse d'antimicrobiens aux bovins de boucherie

Des lignes directrices ont été élaborées conjointement par l'Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV) et l'American Veterinary Medical Association (AVMA) pour la sélection et l'emploi judicieux des antimicrobiens thérapeutiques chez certaines espèces d'animaux d'élevage. Le tableau 3 présente un résumé de ces lignes directrices. Ce tableau présente également les lignes directrices ainsi que les procédures relatives à l'utilisation des antimicrobiens identifiés par la Canadian Cattleman's Association (67). Les lignes directrices destinées aux vétérinaires canadiens et américains sont plus exhaustives que celles destinées

à l'industrie; cela était à prévoir en raison des aspects légaux liés à la prescription et à la délivrance des antimicrobiens. Dans un premier temps, les lignes directrices sur l'administration judicieuse des antimicrobiens élaborées par l'ACMV et l'AVMA visent à régler les problèmes liés à la gestion afin de réduire les exigences en matière d'utilisation des antimicrobiens. Les plus récentes lignes directrices sur l'utilisation prudente des antimicrobiens élaborées par l'ACMV (68) incluent les pratiques de rechange à l'utilisation des antimicrobiens, comme le fait d'offrir des soins de soutien et un traitement symptomatique des maladies cliniques. Cette section ne faisait pas partie des lignes directrices précédentes sur l'utilisation prudente d'antimicrobiens (69,70). Dans la section intitulée *Appropriate Selection and Use of Antimicrobials*, l'accent est mis sur l'emploi judicieux d'antimicrobiens basé sur des données cliniques probantes et des recommandations qui figurent sur l'étiquette de ce produit et qui concernent ces agents pathogènes/maladies cliniques. La prophylaxie et la métaphylaxie sont des sujets abordés brièvement; cependant, ces lignes directrices n'interdisent pas la mise en œuvre d'un traitement prophylactique qui serait soigneusement élaboré sous la supervision d'un vétérinaire.

Tableau 3 : Résumé des lignes directrices sur l'administration judicieuse d'antimicrobiens aux bovins de boucherie, élaborées conjointement par l'Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV) (68,70) et l'American Association of Bovine Practitioners (AABP) (69)

Résumé : Lignes directrices sur l'administration judicieuse d'antimicrobiens aux bovins élaborées par l'ACMV et l'AABP	Industrie*
1. Réduire les exigences en matière d'utilisation des antimicrobiens	
Les vétérinaires devraient aider les clients à élaborer des programmes axés sur la gestion, la vaccination, l'hébergement et la nutrition des troupeaux dans le but de diminuer le besoin de recourir à des antimicrobiens	
a) Gestion Mesures de gestion efficaces, hébergement approprié des animaux et bonne hygiène des enclos afin de réduire l'exposition aux agents pathogènes	Oui

b) État de santé des animaux des troupeaux	Immunité spécifique, sources et modes de transmission d'agents pathogènes, importance des infections concomitantes et des agents stressants, répercussions de la maladie sur la croissance et la productivité	
c) Hébergement	Espace, litières, ventilation appropriés et protection adéquate contre les conditions météorologiques et l'environnement afin de réduire le stress et maintenir la santé des animaux	Oui
d) Nutrition	Quantités suffisantes d'eau, apport suffisant en protéines, en aliments à haute teneur en énergie et en oligoéléments afin de maintenir une bonne santé générale et une excellente productivité	Oui

2. Solutions de rechange aux antimicrobiens

Lorsqu'elles sont valables sur les plans scientifique et médical, les options thérapeutiques de rechange devraient être envisagées avant de recourir aux antimicrobiens ou comme traitements d'appoint aux antimicrobiens

a) Soins de soutien	Correction du déséquilibre électrolytique	
b) Traitement symptomatique	Traitement anti-inflammatoire	

3. Relation vétérinaire-client

La prescription et la délivrance d'antimicrobiens doivent être autorisées uniquement dans le contexte d'une relation vétérinaire-client valable

4. Sélection et utilisation appropriées des antimicrobiens

Optimiser l'utilisation thérapeutique d'antimicrobiens

a) Formation continue	Les vétérinaires doivent être au fait des politiques actuelles en matière d'utilisation des antimicrobiens et de l'enjeu que représente la résistance aux antimicrobiens	
b) Antimicrobiens composés	Ces substances devraient être évitées autant que possible	
c) Traitement d'association au moyen d'antimicrobiens	Non recommandé à moins qu'il n'existe des données montrant la nécessité d'accroître l'efficacité ou d'éliminer la résistance par les agents pathogènes cibles	
d) Connaissances au sujet des antimicrobiens	Choisir des produits utilisés et des schémas thérapeutiques basés sur des évaluations pharmacocinétiques, la pharmacodynamique, la notice de conditionnement et d'autres documents	

Les antimicrobiens thérapeutiques ne devraient être utilisés que pour des indications cliniques en particulier

- | | | |
|---|--|-----|
| a) Données cliniques | Prescrire des antimicrobiens en tenant compte des agents pathogènes identifiés (signes cliniques, antécédents, autres diagnostics) | |
| b) Sélection et administration des antimicrobiens | Choisir un antimicrobien approprié et justifié pour l'agent pathogène ciblé, et l'administrer à la dose maximale efficace et selon la voie, la fréquence et la durée qu'il convient | |
| c) Résultats escomptés | Utiliser des antimicrobiens en gardant à l'esprit les résultats cliniques spécifiques | |
| d) Utilisation homologuée | Lorsque cela est possible, utiliser les antimicrobiens homologués pour le traitement de la maladie, et ce, aux doses figurant sur l'étiquette et selon la voie d'administration, la fréquence et la durée recommandées. Il convient de répondre aux exigences spécifiques pour ce qui est de l'utilisation de médicaments en dérogation des directives de l'étiquette, emploi qui est parfois interdit | Oui |
| e) Durée d'utilisation | Utiliser des antimicrobiens sur une période qui soit la plus courte possible pour assurer le contrôle de l'agent pathogène, réduire l'excrétion d'agents pathogènes et minimiser l'état du porteur de l'antigène ou la récurrence de la maladie clinique | |
| f) Cibler l'agent pathogène | Traiter l'agent pathogène de manière appropriée, c.-à-d. ne pas recourir aux antifongiques lorsque l'agent pathogène est de nature bactérienne; utiliser des antimicrobiens à spectre d'application étroit et dont le profil d'efficacité est connu contre l'agent pathogène | |
| g) Cibler l'organe atteint | Lorsque cela est possible, il est préférable d'administrer un traitement local au lieu d'un traitement à action générale | |
| h) Utilisation d'antimicrobiens pour l'humain | Dans la mesure du possible, éviter de recourir aux antimicrobiens, particulièrement lorsqu'il existe des médicaments de ce type qui sont de moindre importance en médecine humaine | |

Savoir quand limiter l'utilisation thérapeutique d'antimicrobiens

- | | | |
|---|---|-----|
| a) Dans quels cas doit-on éviter d'amorcer un traitement? | Les animaux présentant une maladie chronique ou ceux dont le pronostic est défavorable doivent être écartés du troupeau | Oui |
| b) Seuls les animaux à risque doivent être traités | Il convient de traiter le moins d'animaux possible et de ne traiter que ceux qui sont malades ou à risque | |

- | | | |
|--|--|--|
| c) Utiliser les données relatives à chacune des fermes | L'analyse des taux de morbidité, de mortalité, ainsi que des antécédents d'utilisation thérapeutique d'antimicrobiens à la ferme aide à déterminer à quel moment il convient d'administrer le traitement à des groupes entiers d'animaux | |
|--|--|--|

Réduire au minimum le risque de contamination environnementale

- | | | |
|--|---|-----|
| a) Éviter les déversements accidentels et les déchets | Les médicaments solubles dans l'eau et les distributeurs d'aliments doivent être réglés adéquatement pour assurer l'administration de la dose voulue | Oui |
| b) Dans les provenderies, on doit séparer les aliments médicamentés de ceux qui ne le sont pas | Dans les provenderies, il convient d'utiliser des méthodes de rinçage appropriées et suffisantes après la préparation d'aliments médicamentés | |
| c) Réduire l'administration involontaire d'aliments médicamentés | Élaborer des méthodes de manipulation et d'entreposage de la nourriture, ainsi qu'un mode d'administration visant à réduire au minimum le risque de contamination croisée entre les aliments médicamentés et non médicamentés | Oui |

Tenir des registres complets de traitements et de résultats thérapeutiques

- | | | |
|--|---|-----|
| a) Identifier avec précision les divers animaux/groupe | Faciliter le retraçage et assumer la responsabilité du dépistage des résidus médicamenteux | Oui |
| b) Surveiller le respect des procédures | Pour assurer l'utilisation appropriée d'antimicrobiens et l'efficacité des schémas thérapeutiques choisis | Oui |
| c) Surveiller l'efficacité des antimicrobiens | Évaluer périodiquement la sensibilité aux agents pathogènes et la réponse thérapeutique observées au sein du troupeau | |

Autres considérations

- | | | |
|--|--|-----|
| a) Utilisation de traitements prophylactiques et métaphylactiques appropriés | Selon l'évaluation du groupe, de la source ou de l'unité de production. Ne pas recourir aux pratiques courantes | Oui |
| b) Chaîne du froid | Protéger l'intégrité antimicrobienne grâce à des méthodes de manipulation et d'entreposage adéquates, ainsi qu'au respect de la date de péremption | Oui |

5. Utilisation judicieuse d'antimicrobiens à la ferme

a) Surveillance de la part des vétérinaires	L'utilisation appropriée d'antimicrobiens à la ferme nécessite la présence d'un vétérinaire dans le processus de prise de décision	
b) Connaissances en médecin vétérinaire	Les vétérinaires sont la principale source d'information en ce qui a trait à l'utilisation des antimicrobiens	
c) La constitution de stocks est à éviter	Donner accès à des quantités de médicaments appropriées à la taille de l'unité de production et aux besoins potentiels	
d) Étiquettes – Renseignements précis	L'information figurant sur les étiquettes doit être précise afin d'indiquer au personnel agricole de quelle manière il convient d'utiliser les antimicrobiens	
e) Formation du personnel	Le personnel doit être formé de façon adéquate et suffisamment compétent pour diagnostiquer les maladies courantes et pour savoir à quel moment et de quelle manière entreposer, manipuler et administrer les antimicrobiens	Oui
f) Rédaction des lignes directrices et des protocoles	Décrire adéquatement les conditions et les directives d'utilisation des antimicrobiens; miser sur des programmes normalisés de vaccination, antiparasitaires et thérapeutiques	Oui

* Les procédures figurant à la fois dans le Guide des bonnes pratiques de production pour les parcs d'engraissement, juin 1996 (67) (initialement offert par l'entremise du bureau de la Canadian Cattleman's Association) et l'AVMA/l'ACMV sont identifiées par un « Oui ». Les cases vierges n'indiquent aucune mention de cette procédure en particulier par l'industrie. Les procédures de l'industrie qui ne figurent pas dans les lignes directrices sur l'administration judicieuse d'antimicrobiens aux bovins, élaborées par l'ACMV ou l'AABP, incluent les suivantes :

- Des documents sur les antécédents en matière de santé et de traitement doivent être fournis pour tous les veaux importés.
- L'utilisation prophylactique des antimicrobiens peut être justifiée si l'on souhaite réduire les infections pendant la castration et l'écorchage.
- Les activités de triage et de mélange des bovins doivent être réduites au minimum afin de diminuer les risques de stress et de transmission d'agents pathogènes.
- L'emploi de médicaments d'appoint n'est pas recommandé à moins que cela ne soit prescrit par un vétérinaire.
- Il convient de connaître et de respecter les périodes de retrait.
- Ne pas utiliser d'antimicrobiens périmés et en disposer de façon sécuritaire.
- Il est préférable d'utiliser de faibles quantités d'antimicrobiens à action prolongée, particulièrement ceux qui peuvent être administrés par voie sous-cutanée.
- Noter les réactions aux médicaments.
- Offrir une formation continue à tous les membres du personnel des parcs d'engraissement, essentiellement sur l'utilisation d'antimicrobiens.

Le présent rapport n'est pas essentiellement axé sur l'évaluation de l'ensemble des lignes directrices offertes sur l'utilisation prudente des antimicrobiens thérapeutiques, car ce n'était pas notre objectif. L'OMS (5) s'est servi d'une liste importante, mais désuète, de lignes directrices provenant en grande partie d'Amérique du Nord et d'Europe pour rédiger la version préliminaire d'un document visant à diminuer la surutilisation et la mauvaise utilisation des antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation. Quelques-unes de ces lignes directrices ne peuvent plus être consultées en ligne aux adresses URL indiquées. L'OMS a encouragé les gouvernements nationaux à adopter une approche proactive pour diminuer le besoin d'antimicrobiens chez les animaux, et donc la résistance à ces médicaments, et pour favoriser une utilisation prudente des antimicrobiens (notamment, réduire leur surutilisation et leur mauvaise utilisation). Cette approche constituait un élément de la stratégie nationale sur le contrôle de la résistance aux antimicrobiens (5). L'utilisation systématique d'antimicrobiens à des fins prophylactiques a été fortement déconseillée. Ces médicaments ne devraient jamais être utilisés comme substitut pour assurer une gestion efficace de la santé animale. De plus, les spécialistes doivent continuer de déployer des efforts pour prévenir la maladie et pour trouver des façons de diminuer le besoin d'utiliser des antimicrobiens de façon prophylactique (5). Néanmoins, ce document publié par l'OMS vise à fournir des lignes directrices qui doivent être respectées et modifiées à l'échelle mondiale; il n'est pas aussi complet que les lignes directrices formulées par l'ACMV et l'AVMA. Fait intéressant, le code de pratique australien pour la prescription et l'utilisation des antimicrobiens indique que ces médicaments ne doivent être administrés, délivrés ou prescrits que dans le contexte d'une relation vétérinaire-client valable à la suite d'une évaluation par un vétérinaire des maladies bactériennes confirmées ou présumées.

Apparemment contraire à l'énoncé de l'OMS, ce document continue d'affirmer qu'il incombe aux vétérinaires de souligner aux propriétaires l'importance d'adopter des mesures prophylactiques systématiques pour diminuer le risque de maladie clinique d'origine bactérienne et le besoin de recourir aux antimicrobiens (71). De plus, la transmission d'agents pathogènes résistants aux antimicrobiens des animaux d'élevage aux humains peut être limitée grâce à des mesures d'hygiène appropriées et à une cuisson suffisante des produits d'origine animale (71). La raison d'être de cet énoncé n'a pas été expliquée de façon détaillée.

Les plus récentes lignes directrices formulées par l'ACMV sur l'utilisation prudente des antimicrobiens (68) comprennent les protocoles des traitements antimicrobiens pour un certain nombre de maladies cliniques. Ces antimicrobiens ont également été identifiés, conformément au système de classification des antimicrobiens de la Direction des médicaments vétérinaires (DMV), selon l'importance pour la santé humaine. Deux (la tulathromycine et la tilmicosine) des trois antimicrobiens couramment utilisés dans le traitement de la pneumonie bovine et des maladies respiratoires indifférenciées appartiennent à la catégorie II, soit la catégorie d'antimicrobiens jugés critiques en médecine humaine (voir le tableau 4). Le troisième médicament, Nuflor, appartient à la catégorie III, soit la catégorie d'antimicrobiens jugée d'importance moyenne en médecine humaine. Fait intéressant, des trois antimicrobiens, la tulathromycine est celle qui a été le plus récemment commercialisée; c'est aussi elle qui offre la durée d'action la plus longue (10 jours). Parmi les 11 antimicrobiens recommandés par l'ACMV, 5 appartiennent à la catégorie I, 4 à la catégorie II et 2 à la catégorie III. Conformément aux lignes directrices sur l'utilisation prudente des antimicrobiens (tableau 3), il convient d'éviter d'administrer des antimicrobiens appartenant à la catégorie I lorsque c'est possible.

Tableau 4 : Lignes directrices sur l'administration des antimicrobiens aux bovins de boucherie dans le traitement de la pneumonie bactérienne et des maladies respiratoires indifférenciées (68)

Maladie	Agent microbiologique	Options thérapeutiques	DMV
Pneumonie bactérienne et maladies respiratoires indifférenciées	<i>Mannheimia</i>	Florfenicol	III
	<i>Hæmolytica</i>	Dihydrate d'oxytétracycline	III
	<i>Pasteurella multocida</i>	Chlorhydrate d'oxytétracycline	II
	<i>Histophilus somni</i>	Tilmicosine	II
	<i>Mycoplasma bovis</i>	Triméthoprime-sulphadoxine	II
	<i>Mycoplasma spp.</i>	Tulathromycine	II
		Chlorhydrate de ceftiofur	I
		Ceftiofur sodique	I
		Acide cristallisée libre de ceftiofur	I
	Danofloxacin	I	
	Enrofloxacin	I	

DMV : Classification des antimicrobiens de la Direction des médicaments vétérinaires, selon l'importance pour la santé humaine

Catégorie I : Antimicrobiens d'importance critique en médecine humaine; essentiels au traitement d'infections bactériennes graves; peu ou pas de solutions de rechange aux antimicrobiens pour assurer le traitement efficace des cas urgents de résistance à ces agents.

Catégorie II : Antimicrobiens de grande importance en médecine humaine; peuvent servir à traiter diverses infections dont celles qui sont graves et pour lesquelles il existe habituellement des solutions de rechange; en règle générale, les bactéries résistantes aux antimicrobiens de cette catégorie sont sensibles aux médicaments de la catégorie I.

Catégorie III : Antimicrobiens d'importance moyenne en médecine humaine; utilisés dans le traitement des infections bactériennes pour lesquelles des solutions de rechange aux antimicrobiens sont habituellement offertes; les infections causées par des bactéries résistantes aux antimicrobiens de cette catégorie peuvent, généralement, être traitées par des antimicrobiens des catégories II ou I.

Catégorie IV : Antimicrobiens de faible importance qui ne sont actuellement pas utilisés en médecine humaine.

Pratiques en matière d'utilisation des antimicrobiens dans les parcs d'élevage

On ne connaît pas avec précision les quantités d'antimicrobiens utilisées de manière préventive en parc d'élevage. Certains auteurs estiment que 50 % du tonnage de tous les antimicrobiens produits sont utilisés à des fins prophylactiques,

métaphylaxiques et pour stimuler la croissance du bétail et de la volaille (33,35,36). Nous n'avons pas réussi à élucider pourquoi cela représente un risque pour la santé publique ni à obtenir de données nous permettant de corroborer ce fait (37). Au Canada, on ne dispose d'aucune donnée exhaustive quant à l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux d'élevage (72). Les lois canadiennes actuelles autorisent la vente d'antimicrobiens comme

additifs pour alimentation animale, sur ordonnance vétérinaire ou en vente libre (33), ce qui permet difficilement d'assurer un suivi de l'utilisation des antimicrobiens. Des données relatives à l'utilisation des antimicrobiens sont disponibles pour les États-Unis, pour l'année 1985 : On a rapporté l'utilisation de 458 tonnes d'antimicrobiens à des fins thérapeutiques chez les bovins, de 1 100 tonnes à des fins préventives et de 340 tonnes comme stimulateurs de croissance (3). On ne sait rien au sujet de la population bovine ayant reçu ces antimicrobiens, bien que 116 millions de bovins aient été élevés aux États-Unis en 1985 (73). Le simple fait de se baser sur le tonnage des antimicrobiens est une façon inappropriée d'exprimer le risque puisqu'on ne dispose d'aucune information sur le bien-fondé de leur emploi, les directives sur la durée d'utilisation, la posologie recommandée et l'issue thérapeutique et d'aucune donnée épidémiologique sur les animaux traités.

Aucune similitude n'a été clairement mise en évidence en ce qui a trait à l'utilisation d'antimicrobiens en médecine humaine et dans l'industrie de l'élevage. Voici la liste qu'a dressée le gouvernement canadien en ce qui a trait aux cinq classes d'antimicrobiens à action générale les plus fréquemment administrés chez l'humain en 2005 (72) : pénicillines à spectre étendu (25,71 %), macrolides (20,47 %), tétracyclines (12,88 %), fluoroquinolones (11,66 %) et céphalosporines de deuxième génération (5,20 %). De telles données ne sont pas disponibles pour les animaux d'élevage, mais Carsen *et al.* (74) ont consigné les types et les quantités d'antimicrobiens signalés par 24 exploitants de parcs d'engraissement ontariens qui ont utilisé ces substances pendant un an. Les antimicrobiens injectables les plus couramment utilisés étaient la pénicilline, les macrolides, l'oxytétracycline, le florfenicol et la spectinomycine. Le monensin, la tylosine, le lasalocid et les tétracyclines étaient les antimicrobiens les plus souvent ajoutés aux aliments (calcul basé sur le nombre d'animaux exposés, la durée du traitement et la dose quotidienne moyenne administrée); l'association de la lincomycine et de la

spectinomycine, la chlortétracycline et l'oxytétracycline ont été administrées dans de l'eau. En se fiant aux poids estimés et aux quantités évaluées, Carsen *et al.* (74) en sont toutefois arrivés à la conclusion que moins de 1 % des antimicrobiens utilisés par les 24 exploitants de parcs d'engraissement ontariens sont considérés comme étant parmi les plus puissants en médecine humaine au Canada. Il faut néanmoins user de prudence lorsqu'on administre ces substances, car certaines bactéries peuvent devenir multirésistantes à des antimicrobiens similaires.

Les vétérinaires recommandent souvent un traitement antimicrobien énergique pour la prise en charge du complexe respiratoire bovin (CRB), habituellement au moyen des produits suivants, administrés en monothérapie ou en association : tilmicosine, florfenicol, ceftiofur ou enrofloxacin (75). La durée de la période de risque élevé, l'incapacité du vaccin à éradiquer seul les principales maladies infectieuses, ainsi que les coûts associés à la maladie que doivent absorber les éleveurs sont autant de facteurs qui incitent les parties concernées à adopter cette approche. À cet égard, bien plus de la moitié des parcs d'engraissement ont habituellement recours à une forme quelconque de médication massive dans le cas d'animaux présentant un risque élevé à leur arrivée dans les installations (76). Il est important de noter que même si plus de 50 % des exploitants de parcs d'engraissement administrent des médicaments aux animaux dès leur arrivée pour assurer le contrôle des maladies, cela peut se traduire par l'exposition de moins de 20 % des bovins, car les animaux ne présentent pas tous un risque élevé à leur arrivée au parc.

Pendant l'année, il y a des périodes au cours desquelles on note un nombre élevé de veaux qui arrivent dans les parcs ainsi qu'un risque accru de maladies respiratoires. En pareils cas, l'administration de médicaments, de façon massive, à un chargement complet de veaux peut être un moyen efficace de réduire la nécessité de recourir ultérieurement aux antimicrobiens (7,50,77–80).

Certains termes concernant cette approche sont utilisés dans la documentation scientifique, notamment « médication massive à l'arrivée », « métaphylaxie » et « prophylaxie » (tableau 5). Van Donkersgoed (81) a mené une méta-analyse des divers milieux afin d'évaluer les pratiques en matière d'administration parentérale et d'aliments médicamenteux. En tout, il a mis la main sur 107 articles publiés entre 1952 et 1992. Les résultats obtenus dans le cadre de 10 essais évaluant l'administration massive d'antimicrobiens par voie parentérale avec un groupe témoin approprié et une répartition aléatoire adéquate des sujets, ont laissé supposer une réduction constante des taux de morbidité subséquente, comme l'indiquent l'issue thérapeutique et les taux de récurrences. Van Donkersgoed (81) a découvert que certains essais portant sur l'efficacité des médicaments administrés de façon massive dans la nourriture et l'eau des animaux n'étaient pas adéquatement contrôlés et faisaient appel à une répartition aléatoire biaisée.

La médication massive est également utilisée quelque temps après l'arrivée des animaux, habituellement au début de la période d'engraissement, lorsque le personnel des parcs détermine que le fait d'écarter du reste du troupeau ou de traiter les animaux qui ont une fièvre ne permet pas de freiner l'apparition quotidienne de nouveaux cas de maladies respiratoires. Différentes règles régissent ces méthodes de médication massive. Elles tiennent compte d'un seuil pour la mesure de certains paramètres, comme la proportion des enclos traités la veille ou depuis leur arrivée ou la pente du segment ascendant sur la courbe épidémique. Les parcs d'engraissement déterminent leurs propres critères et recueillent des données probantes sur les aspects pour lesquels la médication massive semble être bénéfique. Cependant, nous n'avons pu trouver d'évaluation récente fondée sur des données probantes quant aux méthodes qui seraient les plus efficaces au sein de l'industrie.

La mise au point de règles de décisions en matière d'administration massive d'antimicrobiens à des

chargements complets d'animaux dès leur arrivée ou d'administration massive de ces substances au sein des enclos au début de la période d'engraissement constitue un processus important pour l'évaluation de l'efficacité et la réduction des coûts associés à l'emploi des antimicrobiens. Cette mise au point peut également s'avérer cruciale en ce qui a trait aux effets que peut avoir la médication massive sur l'apparition d'une RAM parmi les agents pathogènes respiratoires au début de la période d'engraissement. Des articles comparant l'efficacité de divers antimicrobiens lorsqu'ils sont utilisés comme agents métaphylactiques indiquent dans quelle mesure les traitements subséquents par des antimicrobiens sont réduits les uns par rapport aux autres ou comparativement à des témoins négatifs n'ayant reçu aucun antimicrobien à leur arrivée. Bien entendu, la médication massive permet aux exploitants de parcs d'engraissement de s'assurer que tous les animaux qui arrivent dans leurs installations reçoivent une injection d'un antimicrobien à action prolongée. Si cette pratique ne cible pas les chargements complets ou les enclos d'animaux d'élevage qui présentent véritablement un risque élevé, la quantité d'antimicrobiens utilisés pourrait bien être considérablement plus élevée, comparativement à la stratégie consistant à laisser les animaux à l'écart, à prendre leur température et à traiter ceux qui font de la fièvre.

Quelques articles ont appliqué cette dernière stratégie dans un groupe, en plus de la médication massive dans d'autres dans le cadre de leurs essais pratiques pour déterminer si l'efficacité de ces approches était la même (82–84). Aucun des auteurs n'a toutefois cherché à savoir s'il existait des différences entre les deux approches pour ce qui est de la RAM. Par exemple, il se peut que le respect d'une politique cohérente axée sur la mise à l'écart, la prise de la température et le traitement pendant la période de risque élevé puisse se solder par une diminution des problèmes survenant plus tard au cours de l'automne avec l'administration d'antimicrobiens moins efficaces. Cette réduction apparente de l'efficacité antimicrobienne pendant l'automne est

une observation qui a été signalée par plusieurs exploitants de parcs d'élevage au cours des dernières années. Les essais cliniques qui utilisent différents éléments déclencheurs pour recourir à la médication massive, en portant une attention particulière à ceux qui sont le moins susceptibles d'accroître la prévalence des agents pathogènes respiratoires résistants aux antimicrobiens plus tard au cours de la période d'élevage, représentent un certain nombre de défis en matière de conception sur lesquels se penchent les chercheurs en matière de maladies signalées dans les parcs. Si elles s'avèrent fructueuses, ces études pourraient procurer des avantages directs puisqu'elles permettraient de mieux comprendre l'importance de la médication massive ciblée pour ce qui est de la prévalence de la RAM.

La nature multifactorielle du CRB et la possibilité que des facteurs autres qu'antimicrobiens influent sur les schémas de RAM représentent une menace pour la constance des résultats sur l'efficacité des antimicrobiens utilisés dans la prise en charge du CRB et de la RAM. La présence d'agents pathogènes autres que respiratoires, comme le virus de la diarrhée virale des bovins (85–88) ou la bactérie entérique (59), peut également influencer la morbidité et la mortalité liées au CRB. Des facteurs environnementaux, comme la conception du parc, l'hygiène et l'eau qu'on y trouve, ainsi que la provenance et le type de la population bovine, ont également été associés aux différences des schémas de la maladie dans les parcs (88).

Tableau 5 : Exemples d'essais pratiques sur la médication massive d'antimicrobiens dans le traitement de la maladie respiratoire bovine chez les veaux en parcs commerciaux ou de recherche depuis 1990

Médication massive (terminologie utilisée dans le texte)	Moment du trait.	Prise de la temp. + trait.	Médicament	Répart. aléatoire	Étude contrôlée (avec cohorte non traitée)	Impact sur la santé	Résumé des résultats	Références
Prophylaxie	À l'arrivée	Non	Florfenicol	Oui	Oui	Morbidité	La prophylaxie (solution de rechange à la vaccination) a été associée à une diminution de l'incidence des infections à <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> et à l'apparition retardée du CRB.	Frank <i>et al.</i> (89)
Non	Après l'arrivée	Oui	Tilmicosine phosphate	Non	Non	Culture	Le traitement au moyen de la tilmicosine a permis d'éliminer ou de réduire la colonisation détectable à l'aide du pH pendant une période allant jusqu'à 6 jours.	Frank <i>et al.</i> (84)
Oui (aucune terminologie fournie)	La morbidité avant l'arrivée, l'autre, à l'arrivée	Non	Tilmicosine phosphate	Oui	Oui	Morbidité	Chez les animaux traités avant l'arrivée ou à l'arrivée, on note une réduction de l'incidence du CRB et de la colonisation par <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> , comparativement aux témoins, mais aucune différence significative n'a été observée entre les groupes de traitement.	Frank et Duff (90)
Médication massive	À l'arrivée	Oui	Tilmicosine phosphate	Oui	Oui	Morbidité	Le traitement basé sur la prise de la température rectale s'est avéré aussi efficace que la médication massive.	Galvyan <i>et al.</i> (83)
Non	Après l'arrivée	Oui	Tilmicosine phosphate	Oui	Oui	Mortalité Morbidité	Toutes les doses de traitement (5, 10 et 20 mg/kg par voie sous-cutanée) ont permis de réduire la morbidité et la mortalité, comparativement au placebo.	Corham <i>et al.</i> (82)
Prophylaxie	À l'arrivée, puis 3 jours plus tard	Non	Oxytétracycline	Oui	Non	Mortalité Morbidité	On a noté une efficacité similaire entre le groupe recevant l'oxytétracycline nouvelle génération (administration intramusculaire et sous-cutanée) et l'oxytétracycline ancienne génération (administration intramusculaire) pour traiter le CRB, ainsi que pour réduire les taux de récurrences et de mortalité.	Guichon <i>et al.</i> (91)
Prophylaxie	À l'arrivée	Non	Triméthoprim-sulphadoxime Oxytétracycline	Oui	Oui	Mortalité Morbidité	Le traitement prophylactique a permis de réduire l'incidence de la morbidité et de la mortalité attribuables au CRB.	Harland <i>et al.</i> (92)
Prophylaxie	À l'arrivée	Non	Oxytétracycline Tilmicosine	Oui	Non	Mortalité Morbidité	Aucune différence significative n'a été observée pour ce qui est des répercussions sur la santé des animaux du groupe sous oxytétracycline et ceux du groupe sous tilmicosine.	Schunicht <i>et al.</i> (93)
Prophylaxie	À l'arrivée	Non	Tilmicosine	Oui	Oui	Morbidité	Le délai moyen (nombre de jours) écoulé entre l'arrivée au parc et l'administration de la première dose de traitement contre le CRB était de 21 jours chez les animaux traités comparativement à 9 jours chez le groupe témoin.	Schumann <i>et al.</i> (94)
Prophylaxie	Après l'arrivée	Non	Oxytétracycline	Oui	Oui	Sérologie Morbidité Mortalité	Le traitement a eu un impact limité sur le taux de mortalité attribuable à <i>Haemophilus</i> , mais il a semblé permettre de réduire la nécessité de recourir à un traitement contre le CRB, ainsi que le taux de mortalité.	Van Donkersgoed <i>et al.</i> (50)

Objectifs et politiques/ pratiques

Ce rapport visait à consulter les documents scientifiques publiés et à reconnaître les solutions de rechange aux pratiques traditionnelles validées pour ce qui est de l'utilisation d'antimicrobiens en vue d'assurer le contrôle des maladies au sein de l'industrie des parcs d'engraissement. Un postulat de base de l'étude a été que la réduction de l'utilisation des antimicrobiens entraînerait une réduction de l'émergence possible de bactéries résistantes aux antimicrobiens et de leur persistance dans le contexte d'un parc d'engraissement. Ce postulat concorde avec l'hypothèse de Gould (95) voulant que le défi en matière de gérance responsable des antimicrobiens passe par la diminution de leur utilisation, ce qui serait le moyen le plus efficace de retarder l'émergence de la RAM. Pour réduire l'utilisation des antimicrobiens avec le plus grand degré d'efficacité dans le parc, on doit trouver d'autres moyens de prévention ou de gestion efficaces de la pneumonie bactérienne chez les veaux au moment de leur arrivée au parc ainsi que d'autres maladies provoquées par des bactéries, y compris les abcès du foie.

Par conséquent, la question clé de l'étude a été la suivante : existe-t-il des pratiques de gestion qui n'incluent pas l'administration d'antimicrobiens et qui réduisent l'incidence de maladie ou de mortalité liée à la pneumonie, notamment chez les veaux à risque élevé des parcs d'engraissement? Nous avons également cherché des solutions de rechange aux antimicrobiens qui réduisent l'incidence d'abcès du foie chez les bovins en parc d'engraissement.

Matériel et méthodes

Stratégie de recherche

Nos efforts ont d'abord été consacrés à la consultation de documents scientifiques portant sur des études d'intervention menées essentiellement pour évaluer les pratiques de gestion visant à réduire les maladies au sein du parc sans l'utilisation d'antimicrobiens. Nos recherches se sont révélées très peu fructueuses. Nous avons décidé de poser quatre autres questions plus générales comportant des stratégies de gestion *incluant* l'emploi d'antimicrobiens et nous nous sommes penchés sur l'émergence de la résistance aux antimicrobiens. Nous voulions en fait mettre la main sur *tout* article qui aurait pu traiter des questions que nous nous sommes posées dans un premier et deuxième temps.

Voici nos quatre questions :

1. Quels sont les facteurs de risque connus d'émergence et de persistance de la RAM dans les parcs d'élevage? Les points de contrôle critique ont-ils été déterminés?
2. A-t-on procédé à l'évaluation de l'efficacité et de l'acceptabilité de l'application des divers piliers du contrôle des infections dans le contexte d'un parc d'élevage?
3. De quelle manière l'emploi métaphylactique d'antimicrobiens influe-t-il sur l'émergence de bactéries résistantes dans le contexte d'un parc d'élevage?
4. Quel impact les différentes stratégies de mise en œuvre de pharmacothérapies (y compris la rotation des médicaments administrés dans les parcs) ont-elles sur la RAM?

Afin d'assurer que la recherche ait un niveau élevé de sensibilité, on a eu recours à plusieurs vedettes-matières et mots de textes pour représenter ces concepts dans la stratégie de recherche, laquelle a été adaptée à la plate-forme de recherche et aux conventions de répertoriage de chacune des bases

de données. L'annexe 3 présente l'intégralité de la stratégie de recherche.

Voici les bases de données bibliographiques multidisciplinaires offrant une couverture internationale des documents scientifiques qui ont été consultées : OVID Medline, CAB, Agricola, EMBASE et BIOSIS. Les résultats de ces recherches provenaient uniquement d'études publiées entre 1988 et 2009. Aucune restriction quant aux types de publications, aux protocoles d'études, aux régions géographiques ou à la langue utilisée n'a été appliquée aux résultats de recherche. La recherche la plus récente a été effectuée en avril 2009.

Critères d'inclusion et d'exclusion

On a passé en revue les résumés des articles recensés dans le cadre de notre stratégie de recherche afin de déterminer leur pertinence. Ils ont été soumis à une série préliminaire de critères d'inclusion et d'exclusion déterminés avant d'entreprendre la recherche dans la documentation scientifique (tableau 6). Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été réévalués après que l'équipe d'examen ait passé en revue environ 40 résumés. Quelques modifications mineures ont été apportées dans le but de faciliter la sélection des articles les plus pertinents. Un investigateur principal (IP) et un assistant à la recherche (AR) ont tous les deux lu les 75 mêmes résumés pour la Question 1 (40 résumés avant la réévaluation des critères d'inclusion et d'exclusion, et 35 après la réévaluation) et les 40 résumés pour la Question 2. Un test de Kappa a indiqué un degré d'accord de 82 % et de 71 % pour la Question 1, avant et après la réévaluation des critères, respectivement. Un degré d'accord de 89 % a été obtenu pour la Question 2. Nous avons adapté la sensibilité de l'AR de manière à ce qu'aucun article de la section d'essais ne soit exclu par l'AR et inclus par l'IP. L'AR a été avisé de respecter la politique visant à toujours inclure un résumé lorsqu'il ne savait pas s'il devait l'inclure ou non, conformément aux critères préliminaires d'inclusion.

L'AR a ensuite appliqué les critères préliminaires d'inclusion et d'exclusion aux 2 745 autres résumés

d'articles. Puis, l'IP a lu chacun des résumés sélectionnés par l'AR, en appliquant une deuxième série de critères d'exclusion (tableau 6). À cette étape, les résumés d'articles jugés non pertinents

aux questions clés ont également été éliminés. Ce processus a mené à l'exclusion de 2 509 articles, laissant 311 articles dans la base de données.

Tableau 6 : Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères préliminaires d'inclusion et d'exclusion		
	Inclusion	Exclusion
Langue	<ul style="list-style-type: none"> • Anglais 	<ul style="list-style-type: none"> • Autre que l'anglais
Période de temps	<ul style="list-style-type: none"> • Depuis les 20 dernières années 	<ul style="list-style-type: none"> • Avant 1988
Système/ population agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Parcs d'engraissement commerciaux • Production bovine commerciale non intensive 	<ul style="list-style-type: none"> • Élevage intensif de volaille, de poissons ou de porcs, de moutons, de bovins laitiers, de chèvres
Type d'étude	<ul style="list-style-type: none"> • Rapports cliniques • Essais cliniques • Recherche observationnelle • Analyses économiques • Articles de synthèse 	<ul style="list-style-type: none"> • Serveurs de listes de diffusion générale, listes de distribution du courrier électronique, clavardoirs, versions électroniques de manuels ou de sites Web offrant de l'information sans modérateur ou processus de revue par les pairs
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> • Taux des maladies infectieuses • Pharmacothérapie • Profils épidémiologiques des agents pathogènes résistants aux antimicrobiens • Situations épidémiologiques des maladies dans les parcs d'engraissement • Répercussions économiques • Méthodes de surveillance • Écologie microbienne 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun lien avec le contrôle des maladies infectieuses ou l'emploi de médicaments dans les parcs d'engraissement
Critères secondaires d'inclusion et d'exclusion		
	Inclusion	Exclusion
Paramètres d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures quantitatives des effets des interventions • Mesures qualitatives des effets des interventions • Analyses économiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapports exprimant des opinions sans données à l'appui
Qualité des données	<ul style="list-style-type: none"> • Répond aux normes admises en matière de données probantes sur la qualité 	<ul style="list-style-type: none"> • Renseignements non scientifiques • Biais importants ou évidents
Emplacement	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes de production représentatifs des systèmes de production bovine nord-américains 	<ul style="list-style-type: none"> • Les systèmes étudiés diffèrent à ce point des pratiques nord-américaines que les résultats ne peuvent être généralisés en toute confiance

Collecte de données et méthodes d'évaluation

Les articles ayant répondu aux critères secondaires d'inclusion provenaient des ressources documentaires de l'Université de Calgary ou de l'Université de l'île de Vancouver; les articles qui n'étaient pas immédiatement disponibles à ces bibliothèques ont fait l'objet d'une demande de prêts interbibliothèques. Ces articles ont ensuite été lus par l'un des auteurs principaux de cette étude (Stephen, Stitt ou Ribble) puis classifiés selon a) leur pertinence aux questions précises du projet passant en revue la documentation scientifique, b) la stratégie de gestion du contrôle des infections étudiées par les auteurs des articles et c) la puissance de leurs résultats et de leurs conclusions. L'IP a complété cette stratégie de recherche en étudiant la documentation citée dans les principaux articles choisis dans le but d'en repérer d'autres qui pourraient s'avérer pertinents à l'étude. Ces articles ont été lus par un des auteurs principaux et ajoutés au contenu intégral de l'étude.

Résultats

Résultats de recherche

La stratégie de recherche a été appliquée de manière indépendante à chacune des quatre questions, en utilisant successivement les cinq différents moteurs de recherche. Cela a permis de recenser 5 688 résumés d'articles. Les résumés générés en double ont été éliminés et 3 183 textes ont pu être sélectionnés. Les résultats ainsi obtenus grâce à ce processus sont présentés au tableau 7.

Ce processus a permis d'assurer que les résultats obtenus à l'aide des cinq moteurs de recherche seraient tous différents pour chacune des questions. Toutefois, certains résumés d'articles ont parfois été obtenus en double lorsque deux questions ou plus ont généré le même document pour un moteur de recherche en particulier. En tout, 363 articles générés en double ont été recensés dans cette catégorie et éliminés. La base de données contient 2 820 résumés d'articles uniques.

En tout, 311 articles ont répondu aux critères secondaires d'inclusion. L'IP a, par la suite, versé dans la base de données 76 articles classifiés comme étant des articles non recensés dans le cadre des recherches. La base de données renferme donc 387 articles. Pour que nous puissions avoir une bonne idée du nombre relatif d'articles par sujet de recherche général, nous les avons tous versés dans des fichiers, selon les catégories de sujets présentées

au tableau 8. Au total, 387 articles étaient quelque peu pertinents à notre sujet, ce qui signifie une publication annuelle moyenne de 19 articles au cours des 20 dernières années, soit environ 3 articles parus tous les deux mois.

Le principal fichier (n° 1), intitulé « Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'élevage » contient 142 articles qui étaient particulièrement pertinents aux deux principales questions sur lesquelles étaient axées cette étude : (1) Existe-t-il des pratiques de gestion qui n'incluent pas l'administration d'antimicrobiens et qui réduisent l'incidence de maladie ou de mortalité liée à la pneumonie, notamment chez les veaux à risque élevé des parcs d'élevage? (2) Existe-t-il des pratiques de gestion qui réduisent l'incidence d'abcès du foie chez le bétail de parc, mais qui ne dépendent pas de l'utilisation sous-thérapeutique d'antimicrobiens ou des aliments médicamenteux? L'analyse que nous avons faite de ces 142 articles constitue l'élément essentiel des résultats présentés à la section 5.2.

L'information présentée dans les articles des autres fichiers a servi à étayer le contenu de l'introduction du présent rapport ou des annexes. Les renseignements provenant d'une analyse des articles des fichiers 3, 5 et 9 ont servi à rédiger la section d'introduction (2.3) sur la résistance des antimicrobiens dans les parcs; les renseignements provenant d'une analyse des articles des fichiers 4, 6, 7 et 8 ont servi à rédiger la section d'introduction (2.5) sur les pratiques en matière d'utilisation des antimicrobiens à l'intérieur des parcs.

Tableau 7 : Nombre total de résumés d'articles uniques récupérés par chacun des moteurs de recherche pour chacune des questions

Recherche	Dossiers OVID Medline	Dossiers CAB	Dossiers CAB uniques	Dossiers Agricola	Dossiers Agricola uniques	Dossiers EM-BASE	Dossiers uniques EM-BASE	Dossiers BIOSIS	Dossiers BIOSIS uniques
Q. 1	85	103	43	3	Nil	60	17	21	17
Q. 2	1 010	1 845	1 320	2 287	Nil	533	149	520	399
Q. 3	21	25	11	11	Nil	14	Nil	32	24
Q. 4	11	17	12	16	Nil	23	17	51	47
Total	1 127	1 990	1 386	1 317	Nil	630	183	624	487

Tableau 8 : Nombre d'articles sélectionnés dans le cadre du projet de recherche et classés par catégories de sujets

Numéro de dossier	Catégorie de sujets	Nbre d'articles	Pourcentage du total
1	Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement	142	37
2	Documents de travail et d'introduction	76	20
3	Études sur la RAM des agents pathogènes <i>E. coli</i> / <i>Salmonella</i> / <i>Campylobacter</i>	73	19
4	Effet de l'administration thérapeutique d'antimicrobiens dans les parcs	34	9
5	Augmentation ou diminution de la RAM au sein du parc	22	6
6	Réduction de la charge d'agents pathogènes au sein du parc	14	4
7	Pratiques de gestion visant à réduire l'utilisation des antimicrobiens dans le contexte d'un parc d'engraissement	13	3
8	Effet de l'administration préventive d'antimicrobiens dans les parcs	7	2
9	Causes de la RAM	6	2
	Total	387	

Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement

Nous avons classé 142 articles (ou 5 % des 2 896 articles initialement sélectionnés) dans la catégorie de ceux portant plus précisément sur les approches de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs sans l'utilisation d'antimicrobiens. Nous avons réparti ces articles en six catégories, lesquelles sont présentées au tableau 9.

Un quart (36 ou 25 %) de ces articles portait sur les *facteurs de risque* d'apparition de maladies dans le parc, tandis qu'un autre quart (33 ou 23 %) portait sur la *vaccination dès l'arrivée* au parc

d'engraissement. Un cinquième (28 ou 20 %) de ces articles était essentiellement axé sur la *gestion des maladies* au parc d'engraissement. Les autres articles étaient consacrés à la gestion des maladies par des *moyens alimentaires* (17 ou 12 %), à la vaccination ou au préconditionnement (un processus par lequel on procède au sevrage des veaux au moins trois semaines avant leur vente, on leur apprend à manger au convoyeur à aliments et on leur donne des vaccins) *avant l'arrivée* au parc d'engraissement (14 ou 10 %), ainsi qu'à des questions diverses (14 ou 10 %). Enfin, les cinq prochaines sous-sections, en lien avec la section 5.2, passent en revue les articles appartenant à chacune de ces catégories. Elles sont présentées dans le même ordre d'apparition qu'au tableau 9.

Tableau 9 : Sous-catégories d'articles versés au fichier « Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement »

Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement	Nbre d'articles	Pourcentage du total
Facteurs de risque de l'émergence des maladies au parc d'engraissement	36	25
Vaccination dès l'arrivée au parc d'engraissement	33	23
Gestion des maladies et des infections au parc d'engraissement	28	20
Gestion des maladies par des moyens alimentaires	17	12
Préconditionnement et vaccination avant l'arrivée au parc d'engraissement	14	10
Autre	14	10
Total	142	

Facteurs de risque de l'émergence des maladies au parc d'engraissement

Les articles qui portaient sur les *facteurs de risque* de maladies étaient principalement des études observationnelles. La plupart de ces documents portaient sur des agents pathogènes précis, d'autres ont étudié les facteurs de risque généraux et quelques-uns ont abordé le comportement animal, le mélange des animaux ou leur transport (tableau 10).

Certaines de ces études observationnelles sont utiles à la compréhension de l'épidémiologie des maladies bactériennes dans les parcs d'engraissement et à la formulation d'hypothèses sur les stratégies de rechange en matière de gestion des maladies. Par exemple, à l'intérieur d'un parc d'engraissement, on note des grappes de cas de maladies (et d'organismes résistants aux antimicrobiens) chez les vaches et les veaux, dans les parcs et les enclos à l'intérieur des parcs, bien que ces grappes de maladies soient peu connues (29,30,40,41,96-98). La période de l'année consacrée à l'achat des animaux, le mélange des veaux provenant de différentes sources, le poids des veaux achetés (une approximation de l'âge), la source animale, la distance parcourue en camion (dans certaines situations) et les facteurs climatiques (en particulier, la précipitation totale et les variations de température) sont des variables qui pourraient permettre

d'expliquer l'apparition de grappes de maladies dans les parcs d'engraissement (18,22).

Le risque de morbidité associée à la pneumonie chez les veaux augmente considérablement à l'automne, lorsque la vente de veaux fraîchement sevrés bat son plein et qu'un pourcentage accru d'animaux est géré dans les parcs d'engraissement par des employés surchargés (18,99,100). Ce risque peut s'intensifier de façon importante à mesure que l'automne avance, un phénomène que les chercheurs canadiens appelaient « l'effet du mois de novembre » au début des années 1990 (18). Cette conclusion correspond aux observations de certains gestionnaires de parcs d'engraissement qui remarquent que l'efficacité de leurs stratégies d'utilisation d'antimicrobiens à des fins métaphylactiques visant les veaux à risque élevé semble diminuer au fur et à mesure que l'automne avance.

Le mélange des veaux avant leur déplacement vers les parcs, dans les marchés aux enchères ou dans les camions lors du transport, est un facteur de risque de morbidité et de mortalité dans les parcs d'engraissement (14,100–105). Dans certains cas, on note même un effet dose-réponse ainsi qu'un risque accru lorsque les veaux séjournant à la ferme cohabitent avec des animaux provenant de diverses sources (104). Le facteur contributif qui semble avoir le plus d'effet sur la santé pourrait bien être lié à la cohabitation des veaux destinés à la vente (105).

Tableau 10 : Sous-catégories d'articles versés au fichier « Facteurs de risque de l'émergence des maladies au parc d'engraissement »

Facteurs de risque de l'émergence des maladies au parc d'engraissement	N^{bre} d'articles	Pourcentage du total
Agents pathogènes	20	56
Généralités	10	28
Comportement	3	8
Mélange	2	6
Transport	1	3
Total	36	

Thomson et White (106) soutiennent que l'achat d'un enclos de bovins entier d'une seule source à un moment précis et que la création d'un enclos complet dans un intervalle de temps qui soit le plus bref possible peuvent réduire les répercussions du mélange. Cependant, ils reconnaissent que ces deux démarches peuvent ne pas être réalisables sur les plans économique ou pratique. Les gestionnaires de parcs d'engraissement de taille moyenne ou de grande taille trouvent difficile de remplir leurs installations avec des animaux provenant d'une seule source d'acquisition, et ce, dans les meilleurs délais et en ayant un bon rapport coût-efficacité. Ils se fient aux activités de vente aux enchères pour avoir un nombre suffisant d'animaux d'engraissement et de tailles appropriées qu'ils peuvent obtenir à bons prix pour remplir leurs enclos. Cette méthode d'acquisition d'animaux entraîne un mélange considérable d'animaux avant leur transport vers le parc, une situation qui, selon bon nombre de gestionnaires de parcs, ne peut être évitée.

Les gestionnaires des parcs utilisent actuellement certaines variables, comme la période de l'année, le poids, la source, etc., pour déterminer quels animaux présentent un risque élevé de contracter des maladies tôt dans le processus d'engraissement et ainsi pouvoir les traiter efficacement à l'aide d'antimicrobiens en métaphylaxie dès leur arrivée.

Malheureusement, nous n'avons pu relever beaucoup d'autres détails dans la documentation concernant la gestion d'animaux à risque élevé à leur arrivée, à part le fait d'éviter d'en faire l'achat, une approche qui ne s'avère utile que pour les propriétaires des parcs d'engraissement relativement petits. Il existe beaucoup moins de documents publiés sur d'autres variables, comme l'hygiène, la taille et la densité des enclos, ou le déplacement des animaux malades à l'intérieur du parc, qui pourraient être utilisés par les gestionnaires des parcs d'engraissement pour les aider à améliorer leurs méthodes actuelles de gestion des maladies.

Vaccination dès l'arrivée au parc d'engraissement

L'administration de vaccins contre la pneumonie aux animaux dès leur arrivée au parc semble moins efficace que l'utilisation d'antimicrobiens en métaphylaxie. Ce résultat n'est pas surprenant, étant donné que de nombreux veaux arrivent au parc déjà infectés par les agents viraux et bactériens étiologiques, et ce, avant même qu'ils soient vaccinés. Précisons qu'à leur arrivée au parc, les animaux vivent un stress immunologique provoqué par le récent sevrage et le transport. Les lacunes notées dans le protocole d'analyse de nombreux articles permettent difficilement de déterminer avec

précision l'efficacité de la vaccination des animaux à leur arrivée dans les parcs. Par exemple, les essais pratiques des vaccins sont souvent effectués dans des parcs d'élevage commerciaux où tous les animaux à risque élevé reçoivent des antimicrobiens en métaphylaxie à leur arrivée, ce qui peut gêner l'interprétation des résultats dans le cadre de ces essais.

Avant d'arriver dans un parc d'élevage commercial, de nombreux animaux ont été achetés dans une vente aux enchères et les gestionnaires ignorent tout de leurs antécédents d'immunisation. Ainsi, certains programmes d'immunisation préconisant l'administration des vaccins aux animaux dès leur arrivée ont été élaborés afin d'augmenter les taux d'anticorps ciblant les agents pathogènes bactériens et viraux présents dans les parcs, et ce, le plus tôt possible après l'arrivée des animaux (107,108). Perino et Hunsaker (109) ont procédé à une analyse exhaustive des vaccins administrés aux bovins contre les maladies respiratoires pour connaître l'efficacité de chacun d'eux. Pour ce faire, ces auteurs ont effectué une recherche d'articles publiés de janvier 1972 à janvier 1996. Parmi les 159 articles qu'ils ont trouvés et qui étaient pertinents à leur analyse, ils en ont exclu 137 (86 %) pour les raisons fournies au tableau 11.

Près de la moitié (47 %) des raisons invoquées par Perino et Hunsaker pour exclure certains documents étaient liées au fait que les auteurs souhaitaient examiner uniquement les études menées sur le terrain, selon les conditions qui prévalent dans les parcs d'élevage commerciaux nord-américains ayant évalué les paramètres regroupant la morbidité ou la mortalité. Plus de 40 % (44 %) des motifs fournis étaient considérés comme étant des lacunes

quant au protocole ou aux méthodes d'analyse de la recherche effectuée. Seulement 22 articles répondaient à leurs critères d'inclusion. Après avoir examiné ces articles, les auteurs ont conclu que les données publiées sur les bienfaits de la vaccination des animaux contre le CRB dès leur arrivée dans les parcs nord-américains étaient, au mieux, équivoques. Ils ont précisé que ces résultats ne les ont pas incités à abandonner totalement la stratégie visant à vacciner les bovins dès leur arrivée au parc; toutefois, ils sont d'avis que les chercheurs devraient évaluer de façon éclairée la pertinence de la vaccination comme outil de gestion des maladies.

Au total, 33 des 142 articles initialement consignés dans le fichier « Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'élevage » ont par la suite été classés dans le fichier « Vaccination dès l'arrivée au parc d'élevage » (tableau 9). Sept des 33 articles ont été exclus, car ils n'étaient pas, selon nous, pertinents à notre question sur les effets liés à l'administration d'un vaccin contre les maladies respiratoires bovines aux animaux dès leur arrivée au parc (110–116). Nous avons éliminé 7 articles qui avaient déjà été passés en revue par Perrin et Husak, en 1997 (20,117–122); trois de ces documents avaient d'ailleurs été exclus par Perrin et Husak pour les raisons fournies au tableau 12 (20,118,122). Nous n'avons pas inclus l'article de Perrin et Husak (1997) dans notre évaluation. Deux articles n'ont pu être récupérés de l'Université de Calgary et de l'Université de l'île de Vancouver, même après que nous nous sommes inscrits à ces bibliothèques numériques et que nous avons fait une demande de prêts interbibliothèques. Parmi les 17 documents figurant toujours sur notre liste, 16 traitaient des vaccins ou des toxoïdes contre le CRB, l'autre, de la clostridiose.

Tableau 11 : Justifications à l'origine de l'exclusion des articles publiés entre 1972 et 1996 sur l'évaluation de l'efficacité des vaccins pour traiter les maladies respiratoires dans les parcs menée par Perino et Hunsaker (109)

N^{bre} d'articles exclus	Motif d'exclusion	Pourcentage des raisons
55	Utilisation d'un modèle expérimental au lieu d'une exposition sur le terrain ou simulée	27 %
25	Aucune mention des directives d'évaluation à l'insu des groupes de traitement	12 %
25	Aucune mention de la méthode d'évaluation des unités expérimentales au sein des groupes de traitement	12 %
22	Signalement de résultats limités aux titres d'anticorps, aux taux de séroconversion, aux indicateurs de la fonction immunitaire ou à l'innocuité du produit au lieu de résultats pertinents sur le plan clinique, comme les taux de morbidité et de mortalité	11 %
18	Contexte de production, type de veaux et calendrier de vaccination non commodes ou non applicables aux activités de production de bovins de boucherie en Amérique du Nord	9 %
17	Absence de données, d'éditorial et d'analyse	8 %
13	Absence d'analyse statistique des données et l'insuffisance des renseignements fournis ne permet pas d'effectuer d'analyse	6 %
13	Inefficacité statistique à déceler les différences significatives qu'il pourrait y avoir	6 %
6	Groupe témoin absent ou non valable	3 %
6	Définition inappropriée de l'unité expérimentale et pseudo-réplication	3 %
2	Emploi de test statistique inapproprié pour effectuer l'analyse des données; les valeurs p fournies sont erronées	10%
2	Aucune méthode statistique n'a été discutée ou expliquée dans les documents et les méthodes	1 %
1	Suivi inadéquat des animaux admis à l'essai pratique	0,5 %
205 ^a	Motifs d'exclusion (n ^{bre} total)	

^a En tout, 137 articles parmi les 159 étudiés ont été exclus pour ces raisons; le nombre de motifs d'exclusion est supérieur à celui des articles exclus, car 41 articles ont été exclus pour des raisons multiples (au moins 2).

Dans le cadre de notre évaluation, nous avons exclu 9 des 17 articles sélectionnés (89,108,123-129) pour les raisons fournies au tableau 12.

Tableau 12 : Justifications à l'origine de l'exclusion des articles publiés entre 1988 et 2009 de notre évaluation de l'efficacité des vaccins pour traiter les maladies respiratoires dans les parcs

N^{bre} d'articles exclus	Motif d'exclusion	Pourcentage des raisons
3	Utilisation d'un modèle expérimental au lieu d'une exposition sur le terrain ou simulée	11 %
5	Aucune mention des directives d'évaluation à l'insu des groupes de traitement †	18 %
3	Signalement de résultats limités aux titres d'anticorps, aux taux de séroconversion, aux indicateurs de la fonction immunitaire ou à l'innocuité du produit au lieu de résultats pertinents sur le plan clinique, comme les taux de morbidité et de mortalité	11 %
1	Contexte de production, type de veaux et calendrier de vaccination non commodes ou non applicables aux activités de production de bovins de boucherie en Amérique du Nord	4 %
4	Absence d'analyse statistique des données et l'insuffisance des renseignements fournis ne permet pas d'effectuer d'analyse	14%
8	Inefficacité statistique à déceler les différences significatives qu'il pourrait y avoir	32 %
1	Aucun groupe témoin ou groupe témoin non valable †	4 %
1	Définition inappropriée de l'unité expérimentale et pseudo-réplication †	4 %
1	Emploi de test statistique inapproprié pour effectuer l'analyse des données; les valeurs p fournies sont erronées	4 %
28 ^a	Motifs d'exclusion (n ^{bre} total)	

^a En tout, 9 articles parmi les 17 étudiés ont été exclus pour ces raisons; le nombre de motifs d'exclusion est supérieur à celui des articles exclus, car les articles ont été exclus pour des raisons multiples (au moins 2).

† Motif d'exclusion invoqué par Perrin et Husak (109) et non par ces auteurs

Parmi les 33 articles classés dans le fichier « Vaccination dès l'arrivée au parc d'engraissement », seulement 7 (21 %) ont été sélectionnés pour l'évaluation (tableau 13). Voici une description sommaire des programmes de vaccination des animaux dès leur arrivée dans les parcs pour prévenir les maladies respiratoires : (1) les effets protecteurs des vaccins varient selon l'agent pathogène, la provenance de l'animal et le type de vaccin administré; (2) la vaccination n'assure habituellement pas l'éradication de la maladie ciblée, mais, dans certains cas, elle permet de réduire la morbidité, la mortalité et les coûts liés au traitement; (3) de nombreux essais pratiques de vaccins se sont révélés non concluants, non significatifs ou n'ont pu démontrer aucun bienfait (4). Nous n'avons pu trouver d'étude portant sur l'efficacité de la vaccination pour réduire la RAM dans les parcs d'engraissement.

La vaccination des animaux dès leur arrivée au parc peut avoir un certain effet (130–132) sur la réduction des taux de morbidité et de mortalité, mais elle ne permet habituellement pas d'éradiquer les infections, car la plupart des maladies qui circulent dans les parcs d'engraissement sont acquises très tôt après l'arrivée des animaux, avant même que le vaccin ne puisse protéger les animaux (133,134). Malgré la vaccination systématique des animaux à leur arrivée dans les parcs, on constate tout de même un taux élevé de cas de CRB, ce qui indique que les vétérinaires des parcs d'engraissement et les éleveurs de bovins continuent à recourir aux antimicrobiens (135). Les raisons invoquées en cas d'échec vaccinal incluent les suivantes : une utilisation et un entreposage inadéquats, la vaccination se fait trop tardivement au cours de l'évolution naturelle des maladies, des expositions prolongées, un nombre élevé d'agents stressants et une variation de l'efficacité vaccinale (136).

Tableau 13 : Analyse des méthodes, des documents et des résultats concernant les 7 articles n'ayant pas été exclus, conformément aux critères identifiés précédemment dans le texte et le tableau 12. Les études portaient spécifiquement sur la vaccination des animaux dès leur arrivée pour les protéger contre les maladies respiratoires bovines.

Type d'étude	Auteurs	Intervention	Degré d'analyse	Cohabitation	Endroit où se déroule l'étude	Taille de l'échantillon				Analyse statistique, témoins comme numérateurs				Remarques
						Témoins (n ^{re} /enclos)	Interventions (n ^{re} /enclos)	N ^{re} total interventions/enclos	N ^{re} total d'animaux étudiés	Paramètres d'évaluation	RR (IC à 95 %)	Valeur p	Conclusions	
Essai pratique avec répartition aléatoire et évaluateurs à l'insu	MacGregor <i>et al.</i> (132)	Bactérine-anatoxine de <i>M. haemolytica</i>	Groupe de trait.	Oui	Parc commercial	1 652	1 652	3 304	Mortalité (brute)	1,5*	0,01	Significatif	Efficacité insuffisante	
									Mortalité (CRB)	1,4*	0,08	Non sign.		
									Morbidité	1,1*	0,61	Non sign.		
Schunicht <i>et al.</i> (130)	VVM (témoin : RIB) vs VVM (RIB, P13, DVB, SRB)	Enclos	Non	Parc commercial	2 582 (< 265)	2 581 (< 265)	20 (10)	5 163	Morbidité (fièvre indifférenciée OU FI = traitement initial)	1,30 (1,09 à 1,39)	0,001	Significatif	Efficacité insuffisante	
									Morbidité (FI = 1 ^{re} récidive)	1,22 (0,95 à 1,40)	0,065	Non sign.		
									Morbidité (n ^{re} total de cas chroniques)	1,12 (0,57 à 2,24)	0,001	Non sign.		
Bryant <i>et al.</i> (131)	Tilmicosine (témoins) vs Tilmicosine + toxoïde de <i>M. haemolytica</i>	Individuel	Oui	Parc commercial	1 999	1 997	22	3 996	Mortalité (CRB)	1,20 (0,72 à 2,05)	0,475	Non sign.	La prophylaxie était un volet du protocole de l'étude	
									Morbidité (CRB)	1,2*	0,0002	Significatif		
									Mortalité (CRB)	1,4*	0,01	Significatif		

Type d'étude	Auteurs	Intervention	Degré d'analyse	Cohabitation	Endroit où se déroule l'étude	Témoins (n ^{bre} /endos)	Interventions (n ^{bre} /endos)	N ^{bre} total d'enclos/interventions	N ^{bre} total d'animaux étudiés	Paramètres d'évaluation	RR (IC à 95 %)	Valeur p	Conclusions	Remarques
										Mortalité (CRB)	0,88 (0,5 à 1,54)	0,669	Non sign.	Efficacité insuffisante
										Morbidity (FI = traitement initial)	0,88 (0,76 à 1,02)	0,106	Non sign.	
			Enclos	Non	Parc commercial	2 564 (274)	2 564 (274)	10	5 128	Morbidity (FI = 1 ^{er} récidive)	0,67 (0,46 à 0,99)	0,042	Significatif	
										Morbidity (n ^{bre} total de cas chroniques)	0,59 (0,40 à 0,88)	0,011	Significatif	
										Morbidity (CRB = traitement initial)	1,1*	0,12	Non sign.	Prophylaxie chez les animaux dont la temp. rectale > 40 °C à leur arrivée
										Morbidity (CRB = 1 ^{er} récidive)	0,8*	0,17	Non sign.	Efficacité insuffisante; prophylaxie chez les animaux dont la temp. rectale > 40 °C à leur arrivée
			Enclos	Non	Installations de recherche	(10 à 19)	(10 à 19)	36 (18)	528	Mortalité (CRB)	2,9*	0,16	Non sign.	Efficacité insuffisante; prophylaxie chez les animaux dont la temp. rectale > 40 °C à leur arrivée

Toxoïde de *M. haemolytica* (témoins) vs Bactérine-anatoxine de *M. haemolytica* / *P. multocida*

Perrett *et al.* (107)

VVM (témoins : RIB, DVB types I/II, P13, SRB) à l'arrivée vs VVM (RIB, DVB types I/II, P13, SRB) 14 jours après l'arrivée

Richeson *et al.* (134)

Type d'étude	Auteurs	Intervention	Degré d'analyse	Cohabitation	Endroit où se déroule l'étude	Témoins (n°/enclos)	Interventions (n°/enclos)	N° total d'enclos/Interventions	N° total d'animaux étudiés	Paramètres d'évaluation	RR (IC à 95 %)	Valeur p	Conclusions	Remarques
		[RIB, DVB types I/II + bactérine-anatoxine de <i>M. haemolytica</i> / <i>P. multocida</i> (les témoins varient selon les auteurs)] vs [RIB, DVB type I, SRB, P13 + bactérine-anatoxine de <i>M. haemolytica</i>]	Enclos	Non	Parc commercial	1 942	1 940	12 (6)	3 882	Morbidité (FI = traitement initial)	0,78 (0,69 à 0,89)	0,001	Significatif	
	Wildman et al. (128)									Morbidité (FI = 1 ^{er} récidence)	0,94 (0,80 à 1,11)	0,498	Non sign.	
										Morbidité (n° total de cas chroniques)	0,61 (0,45 à 0,81)	0,001	Significatif	Les auteurs ont également fait état de différences significatives relativement au taux global de mortalité
										Mortalité (CRB)	0,56 (0,38 à 0,79)	0,001	Significatif	L'incidence de maladies respiratoires tend à être plus élevée chez les veaux vaccinés que chez les témoins; plus élevée aussi chez les veaux achetés aux enchères que chez ceux achetés d'un particulier
Essai pratique avec répartition aléatoire	Gummow et Mapham (102)	Commercial = vaccin contre <i>P. haemolytica</i> (témoins) vs expérimental = vaccin contre les leucotoxines de <i>P. haemolytica</i> biotype A sérotype 1	Individuel	Oui	Parc commercial	1 240 (~200)	1 241 (~200)		2 481	Morbidité	0,8* 1,2 (1,0 à 1,5)	<0,05	Significatif	Efficacité insuffisante; l'incidence de maladies respiratoires tend à être plus élevée chez les veaux vaccinés que chez les témoins; plus élevée aussi chez les veaux achetés aux enchères que chez ceux achetés d'un particulier
										Mortalité	1* 1,0 (0,4 à 2,9)	?	Non sign.	

* RR calculé par ces auteurs

Gestion des maladies et des infections au parc d'engraissement

Le sujet principal d'un cinquième (28 ou 20 %) des articles du fichier « Pratiques de gestion visant à réduire les maladies dans les parcs d'engraissement » était la *gestion des maladies et des infections* à l'intérieur des parcs. Ces 28 articles étaient ceux qui avaient le plus de chances de contenir de l'information précise sur les méthodes de gestion des maladies n'incluant ni la vaccination, ni le recours à des moyens alimentaires, ni l'administration d'antimicrobiens. Nous avons toutefois éliminé 19 de ces articles étant donné qu'il ne s'agissait pas d'évaluations sur le terrain valables quant à la prise en charge d'une maladie ou d'une infection particulière. Parmi ces 19 documents, 2 étaient des articles de synthèse (7,138); 11 étaient des aperçus, des discussions ou des révisions non officielles qui ne présentaient aucune nouvelle donnée (105,136,139-147); 1 était une liste de vérification sommaire (67) et le dernier était un rapport d'une table ronde (148). Quatre de ces articles ont été exclus en raison de leur manque de pertinence (149,150), parce qu'il s'agissait de discussions publiées dans une revue spécialisée (151) ou parce qu'ils n'étaient pas disponibles (152).

Seulement 9 des 28 articles sélectionnés (32 %) présentaient des données probantes tirées de nouveaux renseignements obtenus par les auteurs. Enfin, parmi ces 9 documents, 5 étaient des essais pratiques (50,153-156), 2 étaient des études prospectives (101,157) et les 2 autres étaient des enquêtes ponctuelles (159,160).

Malheureusement, aucun de ces 9 documents ne fournissait des renseignements ayant pu servir à l'élaboration de stratégies efficaces en matière de gestion des maladies au sein d'un grand parc d'engraissement moderne.

Gestion des maladies par des moyens alimentaires

Nous avons recensé 17 articles qui portaient sur la gestion des maladies par des moyens alimentaires.

Parmi eux, 12 traitaient du rôle des oligo-éléments et du fourrage grossier sur la production d'anticorps, sur la santé et sur les taux de croissance; 3 étaient consacrés aux abcès du foie et 2 autres à des considérations d'ordre général relativement à la gestion des bovins vivant des situations de stress. Une analyse précise des 387 articles pertinents a permis de recenser 11 documents sur les abcès hépatiques (15,113-115,142,161-166) et 3 visant l'évaluation des effets de la contamination de la nourriture ou du convoyeur alimentaire sur la propagation des organismes résistants aux antimicrobiens (63,64,167).

Peu d'articles étaient consacrés à l'évaluation de l'impact de la gestion de l'alimentation sur les patrons de RAM chez les bovins en parc d'engraissement. Certains auteurs ont incriminé la contamination de l'eau ou des convoyeurs alimentaires comme source d'organismes résistants dans les enclos des parcs ou comme étant des objets inertes contaminés responsables de la propagation de bactéries résistantes d'un enclos à un autre (63,64). Le type de nourriture (dans bien des cas la proportion de nourriture sous forme de céréales) était parfois source de confusion en ce qui a trait aux effets des antimicrobiens alimentaires sur les patrons de RAM (25,40,167), ce qui laisse croire que le régime alimentaire peut être un facteur confusionnel dans les tendances de la RAM (prévalence et excrétion). Ces résultats n'étaient pas constants pour l'ensemble des régimes alimentaires ou des études expérimentales (167). La rareté des études portant d'emblée sur les effets de l'alimentation sur la RAM dans un contexte de parc commercial empêche la formulation de recommandations précises en matière de pratiques alimentaires qui auraient une influence particulière sur les tendances de la RAM.

De meilleurs résultats démontraient que la gestion de l'alimentation pourrait influencer le schéma des maladies. L'association la plus impressionnante que l'on a pu établir entre les pratiques alimentaires, les maladies et l'utilisation d'antimicrobiens met en évidence la prévention des abcès hépatiques. Bien que les abcès du foie constituent l'une des

raisons les plus citées relativement à l'utilisation des antimicrobiens dans l'alimentation des animaux à l'intérieur des parcs d'engraissement, cette maladie cause rarement des signes cliniques chez les animaux et n'est habituellement détectée qu'au moment de l'abattage. Néanmoins, la présence de ce type d'abcès chez les animaux peut entraîner des pertes économiques considérables pour les producteurs et c'est la raison pour laquelle elles sont la cible des stratégies de contrôle des infections. Les abcès du foie sont secondaires à l'acidose et à la ruminite. Une transition rapide aux aliments pour animaux à haute teneur en énergie jumelée à des pratiques de gestion des convoyeurs alimentaires médiocres et irrégulières, caractérisées par une alimentation non conforme, peut provoquer l'apparition d'une ruminite et ainsi accroître l'incidence et la gravité des abcès hépatiques (142). Les principaux facteurs de risque d'abcès du foie sont l'apport inadéquat en fourrage grossier dans l'alimentation au stade de finition, les périodes prolongées à l'engraissement (deux facteurs qui ne respectent pas le taux de croissance requis sur le plan économique pour les animaux d'élevage en parc d'engraissement), le type de céréales et les procédés de transformation, la transition rapide aux aliments pour animaux à haute teneur en énergie et l'adoption de pratiques médiocres de gestion des convoyeurs alimentaires (15). Toutes ces variables sont autant de facteurs qui constituent une source de stress pour les gestionnaires qui hésitent entre offrir des aliments à haute teneur en énergie à leurs animaux pour maximiser leur croissance et recourir aux antimicrobiens alimentaires ou à d'autres solutions, comme la vaccination. Les tentatives de vaccination contre cette maladie bactérienne n'ont pas été prometteuses (142), bien que de récentes études révèlent que la bactérine-anatoxine de *Fusobacterium necrophorum*, jumelée ou non à *Arcanobacterium pyogenes* pourrait bien être efficace pour réduire la prévalence des abcès hépatiques (113–115). D'autres études doivent être menées afin qu'on puisse valider ces tendances. Cependant, pour l'heure, la maîtrise des abcès du foie chez les bovins d'élevage ne peut être assurée que par l'administration d'antimicrobiens alimentaires (114).

Bien qu'aucune étude clinique n'ait été consacrée aux pratiques alimentaires et à leurs effets sur la RAM, quelques travaux de recherche ont étudié la possibilité que certaines pratiques de gestion de l'alimentation, particulièrement l'alimentation des veaux à leur arrivée au parc, puissent ou non réduire l'apparition d'autres maladies et ainsi réduire la nécessité de recourir aux antimicrobiens (154,168–170). La gestion rigoureuse des portions alimentaires et des suppléments d'oligo-éléments au cours des premières semaines suivant l'arrivée des animaux au parc semble avoir un impact sur la progression de la maladie subséquente (131,145,169–174), ce qui est sans doute associé à une diminution de la production d'anticorps (175–177) ou à un taux d'excrétion d'agents pathogènes entériques moins élevé (178,179). Cependant, l'alimentation à elle seule ne saurait déterminer la distribution gastro-intestinale ou l'excrétion d'agents pathogènes entériques (63). Quant aux suppléments d'oligo-éléments, ils ont, au mieux, des effets limités sur le rendement et la santé, et encore moins dans le cas de maladies particulières (180).

Gallo et Berg (9) ont démontré que l'ajout de chlortétracycline et de sulfaméthazine aux aliments offerts aux animaux d'élevage entraînait une diminution marquée de la morbidité et de la mortalité imputables au CRB. L'utilisation d'antimicrobiens alimentaires à des fins prophylactiques peut avoir des répercussions plus importantes sur la RAM dans les parcs que l'emploi thérapeutique de ces substances dans la prise en charge de certaines maladies (27,39,40,181). L'utilisation de médicaments à des fins thérapeutiques (y compris à des fins métaphylactiques) a un effet léger et transitoire sur les schémas de résistance au sein des parcs d'engraissement (19,26,27,39,40,44,181).

En l'absence de vaccin efficace contre les abcès hépatiques et du fait que les résultats obtenus peuvent être équivoques en ce qui a trait aux méthodes de gestion de l'alimentation et du convoyeur alimentaire, ainsi qu'aux bienfaits des suppléments d'oligo-éléments, et étant donné les protocoles alimentaires actuels qui nécessitent une

transition rapide aux aliments pour animaux à haute teneur en énergie, les aliments médicamenteux demeurent l'approche privilégiée en vue de réduire la prévalence et la gravité des abcès du foie. Malheureusement, on note également un manque d'études se penchant systématiquement sur les effets des antimicrobiens alimentaires sur la RAM dans des conditions commerciales.

Préconditionnement ou vaccination au cours des semaines précédant l'arrivée des animaux au parc

Une attention particulière a été portée à la gestion des activités de naissance afin de réduire les maladies au sein du parc, et ce, essentiellement parce que l'incidence des maladies respiratoires a été associée aux agents stressants présents à la ferme d'origine (120,133) et avant le transport (voir ci-dessous). Kilgore *et al.* (182) ont émis l'hypothèse que les efforts en matière de prévention seraient plus efficaces s'ils étaient axés sur les veaux avant ou à leur arrivée au parc. Plusieurs éléments stressants physiques et sociaux peuvent se manifester lorsque les veaux se déplacent avec leur mère, d'un pâturage à un parc d'engraissement, et qu'ils cohabitent avec d'autres animaux étrangers. Pensons à la période de guérison à la suite d'une blessure physique causée par la castration et l'écornage, au passage d'une alimentation à base de lait et d'herbe à des aliments à haute teneur en énergie, au stress social que vivent les animaux lorsqu'ils sont mélangés avec des veaux étrangers. Bref, on a démontré que tout cela était associé à une immunosuppression, à un taux accru d'excrétion d'agents pathogènes ou de bactéries commensales, ainsi qu'à un risque accru de maladie subséquente (18,22,99,136,138,154,171,173,183,184). Cusack *et al.* (138) affirment que le contrôle efficace du CRB requiert la diminution des agents stressants responsables de la susceptibilité des bovins à contracter des infections cliniques causées par des organismes auxquels ils sont inévitablement exposés dans le parc d'engraissement. Cette exposition est qualifiée d'inévitable, car bon nombre des principales maladies observées dans les parcs sont causées par des bactéries pouvant être considérées comme

faisant partie de la flore intestinale normale des veaux (184).

Des efforts visant à immuniser les veaux et à réduire le nombre d'agents stressants auxquels les animaux sont exposés avant leur arrivée au parc font maintenant partie des programmes de préconditionnement, lesquels sont commercialisés au sein de l'industrie depuis des années. Précisons que ces programmes ne sont pas toujours constants. L'American Academy of Bovine Practitioners définit le concept du préconditionnement comme suit (185) :

- Veaux sevrés au moins 3 semaines avant d'être vendus
- Veaux entraînés à manger au convoyeur et à boire à l'auge
- Veaux traités contre les parasites
- Veaux vaccinés contre le charbon bactérien, la septicémie gangreneuse, le virus de parainfluenza de type 3, le virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine, *Mannheimia* et parfois contre le virus de la diarrhée virale des bovins (DVB) et *Histophilus somni*
- Veaux castrés et écornés
- Veaux identifiés à l'aide d'une étiquette d'oreille
- Veaux vendus lors d'enchères particulières

Ceux qui préconisent les programmes de préconditionnement ont indiqué que ces derniers assureraient une augmentation du poids à la ferme, une réduction de la perte de poids durant le transfert vers le marché, une amélioration du rendement au parc, une diminution de la morbidité et de la mortalité au parc, ainsi qu'une hausse des profits, tant pour le producteur que pour le propriétaire du parc d'engraissement (185). Une étude effectuée au début des années 1980 sur les documents scientifiques évaluant les programmes de préconditionnement a conclu que les résultats obtenus étaient au mieux contradictoires (185). L'auteur a noté que, malgré le fait que le préconditionnement puisse être un concept valable sur le plan théorique, les programmes de préconditionnement ne sont pas des plus populaires

après des éleveurs-naisseur ou des engraisseurs en raison de problèmes logistiques et des coûts (185). L'analyse que nous avons faite des divers articles traitant de ce sujet et recensés depuis révèle que la situation est demeurée sensiblement la même.

Les effets du préconditionnement peuvent varier et être influencés par divers facteurs, comme l'état du pâturage, l'âge au moment du sevrage, les compétences du gestionnaire du parc et la production de lait de la mère. Néanmoins, une tendance générale se dégage quant à la diminution des taux de morbidité et de mortalité chez les veaux préconditionnés (17,101,144,172,186–189).

La vaccination des veaux avant leur transport vers les parcs d'engraissement fait partie de certains programmes de préconditionnement et les résultats obtenus à cet égard sont variables. Cela peut s'expliquer en partie par la nature multifactorielle du CRB et d'autres infections observées dans les parcs, ainsi que par la présence de divers agents pathogènes dans différents contextes (136). Les différences des méthodes utilisées pour l'évaluation de la vaccination ou du conditionnement des veaux avant leur transport vers les parcs d'engraissement peuvent également être un élément d'explication. La vaccination des veaux a permis de réduire les taux de morbidité (172) et de mortalité, ainsi que les coûts liés au traitement (112).

Bien que les programmes de préconditionnement des veaux dans les parcs puissent représenter l'outil le plus complet pour prévenir la morbidité associée au CRB chez les veaux après leur arrivée au parc, l'industrie bovine ne les a toutefois pas acceptés comme étant la norme (182), et ce, principalement pour des raisons économiques. Les gestionnaires de parcs d'engraissement n'ont pas payé de façon régulière des coûts élevés pour des veaux préconditionnés. Le préconditionnement des veaux avant leur transport vers les parcs d'engraissement fait en sorte d'augmenter les coûts de production des éleveurs-naisseur et toute prime payée pour ces veaux ne compense souvent même pas les frais additionnels (190,191). Les

moyens de dissuasion économiques de recourir à la vaccination ont plus d'impact auprès des gestionnaires d'élevages restreints. En 2004, aux États-Unis, 80 % des troupeaux bovins comptaient moins de 49 vaches. Les petits producteurs ayant de faibles investissements dans les infrastructures ont un faible pouvoir d'achat pour ce qui est des vaccins. Cela explique d'ailleurs en partie pourquoi environ 55 % de veaux vendus aux États-Unis ne sont pas vaccinés contre les maladies respiratoires (105). Les pénuries de nourriture en raison de mauvaises conditions météorologiques et le manque d'espace pour héberger les veaux après le sevrage sont deux autres raisons qui expliquent pourquoi les éleveurs-naisseur n'optent pas pour le préconditionnement de leurs veaux (192). Les exploitants de parcs d'engraissement veulent maximiser le potentiel de croissance des veaux; ils sont donc hésitants à prolonger la période d'élevage au pâturage, comme l'exigent les méthodes de préconditionnement des veaux. Même si les exploitants de parcs d'engraissement déclarent l'importance de traiter les bovins avant leur arrivée, dans les faits, la plupart le font après l'arrivée des animaux au parc (160). Speer *et al.* (144) ont noté qu'en raison d'une baisse de la marge de profit enregistrée par la plupart des éleveurs-naisseur, les efforts déployés par les grands éleveurs pour réduire le prix des facteurs de production ont rarement permis l'obtention d'un nombre constant de veaux préconditionnés et, par conséquent, l'appui à l'égard des programmes de préconditionnement a diminué au sein de l'industrie.

Nous concluons que, bien qu'il existe des données probantes indiquant que la vaccination ou le préconditionnement des veaux quand ils font toujours partie d'une exploitation de naisage plusieurs semaines avant d'être envoyés au parc d'engraissement permet de réduire les maladies au parc, l'uniformité et l'ampleur de l'effet ont été difficiles à déterminer, ce qui est attribuable, en partie, aux défis en matière de conception. Cette réalité, en plus de l'incapacité du système de transfert du marché en vue de fournir un montant d'argent systématiquement aux personnes chargées des

exploitations de naissance leur permettant ainsi de faire vacciner les veaux, fait en sorte que les vaccins préadministrés et le préconditionnement ne se sont pas inscrits dans les stratégies efficaces de gestion de maladies des propriétaires des parcs d'engraissement en Amérique du Nord.

Mélange, installations conçues pour la manipulation des animaux et surveillance

Parmi les 9 articles qui ont été recensés dans la catégorie « Gestion des maladies et des infections au parc d'engraissement » (section 5.2.3) et qui ont fourni de nouvelles données, aucun n'a fourni de renseignements ayant pu servir à l'élaboration de stratégies efficaces en matière de gestion des maladies au sein d'un grand parc d'engraissement moderne. Bien qu'il nous soit impossible de choisir des essais sur le terrain précis et susceptibles de nous fournir des lignes directrices utiles en matière de gestion, nous pouvons néanmoins examiner la documentation afin de pouvoir aborder les sujets suivants : le mélange des animaux après leur arrivée au parc, l'hygiène et les déplacements des animaux à l'intérieur du parc, y compris la circulation vers les aires de soins et l'utilité potentielle de la surveillance au sein du parc.

À ce jour, les études n'ont pas permis de distinguer clairement l'ampleur des effets des agents stressants sociaux associés à la cohabitation et les nouveaux risques d'exposition à des agents pathogènes. Le transport et le mélange des veaux, un peu avant et après leur arrivée à la ferme, peuvent être propices à la transmission d'agents pathogènes (183,193). Même si le mélange des animaux semble plus risqué lors d'une vente aux enchères qu'à l'intérieur d'un parc d'engraissement (14), le déplacement et le mélange des animaux après leur arrivée peuvent également accroître le risque d'infection chez les veaux (171,194).

Stevenson *et al.* (32) ont émis l'hypothèse que les installations destinées à la manipulation des

animaux sont propices à la transmission, ce qui laisse supposer que les conditions d'hygiène et le système de déplacement des animaux dans le parc peuvent avoir un impact sur la transmission de maladies et de la RAM. Des lacunes en matière de protocoles de biosécurité dans les parcs peuvent être à l'origine d'une contamination croisée de l'équipement, d'un contact entre un animal infecté et un animal sain, de la propagation d'agents pathogènes parmi les animaux, les humains et de la contamination de la nourriture (159). Toutefois, la transmission à grande échelle d'organismes résistants au sein d'un parc d'engraissement semble être l'exception et non pas la règle (32).

L'emplacement et le nombre des aires de soins, ainsi que la meilleure façon de déplacer un animal nécessitant un traitement pour une maladie en particulier à l'intérieur d'un parc, ont longtemps été des sujets débattus par les gestionnaires de parcs et les vétérinaires. Nous avons trouvé quelques suggestions dans les documents scientifiques récemment publiés concernant les méthodes de gestion des infirmeries (106), **mais aucun article ne porte spécifiquement sur les issues thérapeutiques et les effets de la RAM dans le but de déterminer laquelle serait la plus efficace.** Certains parcs d'engraissement ont adopté des stratégies qui limitent les déplacements des animaux malades à l'extérieur de leur enclos et préconisent de les traiter dans leur enclos et de les laisser se rétablir à cet endroit, à moins qu'ils ne soient atteints de façon chronique. Il serait intéressant de savoir si cette méthode a eu un effet d'atténuation sur les taux globaux de maladies ou de RAM. Les résultats de l'étude de Galland *et al.* (27) pourraient indiquer le contraire. En effet, ils n'ont trouvé aucune différence quant à la prévalence de la résistance d'*E. coli* 0157:H7 dans 4 parcs de taille relativement grande sur une période de 11 mois chez des animaux qui sont dans leur enclos, comparativement à ceux qui se trouvent dans l'aire de soins, malgré le fait que les quantités d'antimicrobiens administrées étaient plus élevées à l'infirmerie.

Il est essentiel d'assurer une surveillance continue pour une gestion adaptable. Ribble *et al.* (143) ont souligné l'importance d'une surveillance appropriée dans les parcs en plus d'en préciser les composants, en se basant sur des schémas de maladies observés antérieurement. Bon nombre d'exploitants de parcs et de vétérinaires ont déjà élaboré et mis en œuvre de nouvelles stratégies de surveillance.

Toutefois, notre analyse ne nous a pas permis de trouver des articles portant sur l'évaluation des systèmes de surveillance des parcs et qui définissaient clairement ce qu'était un système de surveillance adéquat. Dans les parcs d'envergure, il est impensable de demander au personnel de consacrer plus d'heures à surveiller les animaux (106). S'ils devaient observer les bovins trois fois par jour et effectuer une autopsie complète de chaque animal qui meurt, les membres du personnel n'auraient pas le temps d'accomplir aucune autre tâche. On ne dispose de suffisamment de moyens efficaces pour assurer la surveillance des bovins à risque élevé.

De plus, la surveillance s'avère un aspect important pour l'ensemble de l'industrie pour ce qui est de la RAM. Plusieurs articles publiés présentent les tendances en matière de RAM qui ont été observées

chez les agents pathogènes incriminés dans les cas de maladies respiratoires et d'abcès du foie ayant été prélevés à l'aide d'écouvillons chez des animaux traités et non traités, puis soumis à des épreuves de laboratoire (75,163,195,196). En général, ces études confirment que la RAM est plus marquée en présence d'antimicrobiens administrés simultanément ou depuis longtemps par les exploitants de parcs d'engraissement. D'autres recherches seront encore nécessaires pour nous permettre d'interpréter ces données et de déterminer de quelle manière nous pourrions les utiliser pour faire des choix éclairés en matière de traitement dans les parcs et les enclos. Par exemple, il arrive parfois que les vétérinaires des parcs utilisent des données de sensibilité pour étayer leurs recommandations relativement au protocole d'administration d'antimicrobiens, tandis que d'autres affirment que de telles données ne permettent pas de prédire l'efficacité clinique (148). Clarke (197) recommande l'adoption d'un programme de surveillance et d'un protocole sur l'utilisation des antimicrobiens qui serait basé sur l'analyse d'échantillons prélevés au hasard dans la région laryngo-trachéale chez des animaux non traités atteints de CRB.

Comment expliquer la rareté des essais sur le terrain publiés en matière de gestion?

De nombreuses raisons sont invoquées pour expliquer le fait que peu d'études cliniques ont été publiées sur d'autres stratégies de gestion n'incluant pas l'utilisation d'antimicrobiens dans les parcs d'élevage. Le manque de sources de financement relativement aux interventions de gestion autres que l'administration d'antimicrobiens en est probablement une. Les entreprises pharmaceutiques ont naturellement tendance à parrainer des recherches visant à comparer l'utilisation de leur antimicrobien à des fins métaphylactiques ou comme traitement de premier recours dans les parcs. En revanche, elles peuvent être moins motivées à l'idée de financer une étude dont l'objectif est de comparer l'efficacité de divers antimicrobiens ou diverses stratégies de rotation. On ignore à quelle fréquence des propositions de ce genre ont été faites à des entreprises pharmaceutiques.

Certains exploitants de parcs ont recours à des stratégies de rotation en matière d'antimicrobiens, selon des hypothèses de base quant à l'efficacité de la rotation des agents antimicrobiens pour traiter un animal qui ne répond pas aux médicaments ou dans les cas de maladie récurrente. Par exemple, les veaux qui présentent un risque élevé de pneumonie reçoivent un antimicrobien à action prolongée en métaphylaxie dès leur arrivée au parc. Les veaux qui contractent une pneumonie quelque temps après leur arrivée seront traités au moyen d'un autre antimicrobien, idéalement de classe différente. Dans les cas récurrents, un troisième antimicrobien pourrait être administré à l'animal infecté. Si la pneumonie réapparaît ou persiste, on parlera alors de chronicité et l'animal atteint sera transféré dans un enclos où il y sera nourri et soigné, mais il ne recevra plus aucun antimicrobien. Lorsqu'un animal atteint d'une maladie chronique semble souffrir, il est euthanasié.

Malheureusement, à la lumière de nos recherches, aucun article n'a été publié relatant des études cliniques utiles avec répartition aléatoire visant à évaluer l'efficacité relative de différentes stratégies axées sur la rotation des agents antimicrobiens dans les parcs. Une telle évaluation ne se résume pas simplement à comparer différents antimicrobiens utilisés en métaphylaxie entre eux; la tâche est plus difficile, surtout dans les environnements complexes des parcs d'élevage. Les auteurs d'une récente étude sur les stratégies de rotation en matière d'utilisation d'antimicrobiens utilisées en médecine humaine hésitent à recommander la mise en œuvre de cette stratégie dans les hôpitaux, étant donné la piètre qualité de la plupart des études cliniques publiées à ce sujet (198). Ils ont fait ressortir les défis de conception qu'ont dû relever les chercheurs en milieu hospitalier pour humains et ont conclu que les prochaines études devraient être suffisamment puissantes afin de pouvoir contrecarrer la confusion entourant certaines variables. Les prochaines études devront également être menées à l'aide d'outils épidémiologiques de grande qualité, de techniques de pointe pour reconnaître les mécanismes de résistance en jeu pour effectuer le typage moléculaire, en plus de faire appel à des mesures de contrôle efficaces de la maladie. L'établissement de liens entre les chercheurs qui se penchent sur la rotation des antimicrobiens et l'adoption d'autres stratégies relatives à l'emploi des antimicrobiens dans les hôpitaux pour humains et ceux qui travaillent dans les parcs d'élevage pourrait bien procurer des avantages directs aux deux parties concernées.

L'utilisation et l'efficacité des antimicrobiens en métaphylaxie chez les animaux à leur arrivée au parc ont eu pour effet de ne pas inciter l'industrie des parcs d'élevage à explorer d'autres avenues. À présent, il est pratique courante dans les parcs de définir ce qu'est un veau à risque élevé ou à risque très élevé en se basant sur les expériences antérieures et de recourir à cette définition pour identifier les groupes qui recevront des antimicrobiens par voie parentérale en métaphylaxie dès leur arrivée. Cette procédure s'est avérée efficace aux

yeux des travailleurs au sein de l'industrie et ces derniers veulent administrer des antimicrobiens en métaphylaxie à tous les groupes de veaux à risque élevé. Cela a d'ailleurs compliqué la tâche des chercheurs visant à étudier l'épidémiologie de la pneumonie en l'absence d'antimicrobiens à l'arrivée des troupeaux ou à évaluer des méthodes de gestion autres que la métaphylaxie.

On ne doit cependant pas perdre de vue que le travail dans les parcs d'engraissement est une activité commerciale et que les exploitants de ces parcs sont, dans une certaine mesure, en compétition les uns avec les autres pour faire affaires avec les mêmes clients potentiels qui eux cherchent un endroit pour engraisser leurs animaux d'élevage. Les exploitants de parcs sont également en concurrence pour l'achat de veaux. Tout gestionnaire de parc qui se dote d'un système de gestion de la santé de ses animaux lui permettant d'acheter et d'engraisser des veaux à risque élevé, et ce, à un taux escompté de pertes peu élevé, aura un avantage concurrentiel. En effet, il sera mieux préparé que ses concurrents à acheter des veaux à risque élevé et à moindre coût en raison de la faible demande. De plus, il se gardera bien de dire qu'il réalise des économies, en plus des profits plus élevés qu'il fait, comparativement à ses concurrents.

Nous ne savons pas avec précision quelle proportion de renseignements exclusifs de cette nature il existe au sein de l'industrie, mais la motivation économique associée au fait d'avoir une longueur d'avance crée un environnement concurrentiel avec lequel les chercheurs œuvrant dans le domaine du système canadien de soins de santé peuvent ne pas être familiers. Cette même motivation ne constitue pas une occasion d'affaires pour les vétérinaires et les équipes de chercheurs qui travaillent auprès de différents exploitants de parcs de grande taille, surtout ceux qui sont en mesure de fournir une expertise en matière de protocole de recherche qui assure une évaluation efficace des nouvelles méthodes de gestion ou technologies dans les parcs d'engraissement modernes. Le défi à plus long terme pour ceux qui cherchent des moyens de réduire le risque de la RAM au sein de toute l'industrie sera de trouver des moyens de collaborer avec de nombreux parcs sans pour autant nuire à l'avantage concurrentiel dont disposent certains exploitants de parcs.

Orientations futures

La majeure partie des essais cliniques menés dans des parcs au cours des vingt dernières années visaient essentiellement à comparer l'efficacité relative de deux antimicrobiens utilisés comme traitement de première intention dans les cas de maladies respiratoires ou à des fins métaglyctique, administrés par injection à tous les veaux présentant un risque élevé ou très élevé à leur arrivée au parc. En revanche, parmi les articles publiés, peu fournissent de renseignements nous permettant d'enrichir nos connaissances sur l'épidémiologie changeante des maladies dans les parcs, d'étudier d'autres méthodes de gestion des maladies dans les parcs ou encore de déterminer les effets à long terme de la métaglyctique sur l'efficacité thérapeutique. Certains exploitants de parcs sont préoccupés par le fait que, même s'ils utilisent des antimicrobiens plus récents et plus coûteux dans leurs protocoles de traitement, la situation est similaire ou pire que celle qui prévalait il y a vingt ans en ce qui a trait aux problèmes liés aux maladies et aux pertes attribuables aux décès d'animaux. Cela nous porte à croire que les parcs d'élevage en Amérique du Nord suscitent un intérêt pour les chercheurs et les organismes de financement intéressés à appuyer la recherche visant à analyser (1) l'efficacité des stratégies en matière de gestion des maladies qui n'incluent pas l'administration d'antimicrobiens et (2) les effets de diverses stratégies axées sur l'emploi d'antimicrobiens sur l'émergence de la RAM chez les agents pathogènes présents dans les parcs. De telles études pourraient s'avérer bénéfiques pour les propriétaires de parcs qui sont eux-mêmes à la recherche de moyens d'assurer le contrôle efficace des maladies, tout en réduisant l'utilisation des antimicrobiens, atténuant du même coup les pressions sélectives favorisant la RAM chez les bactéries présentes dans les parcs.

Pour ce faire, plusieurs étapes doivent toutefois être franchies, notamment :

1. Établir un réseau regroupant des intervenants qui se pencheront sur d'autres sources de financement pour effectuer a) des études sur le terrain visant à évaluer l'efficacité des stratégies de contrôle des maladies n'incluant pas l'emploi d'antimicrobiens, b) des études épidémiologiques de base sur les maladies bactériennes décelées dans les parcs et c) des recherches sur les stratégies axées sur l'administration d'antimicrobiens. L'annexe 4 du présent rapport présente quelques-unes des stratégies de contrôle des maladies qui pourraient devoir faire l'objet d'une étude plus approfondie. Ces stratégies sont regroupées par catégories d'interventions et points de contrôle potentiels.
2. Préciser a) que l'augmentation notée du risque de mortalité des suites d'une pneumonie à l'automne (l'effet du mois de novembre) est bien réelle et répandue au sein de l'industrie, b) dans quelle mesure la RAM peut être incriminée ou non avec ce phénomène et, enfin, c) les mesures qui doivent être prises à cet égard. Ces études devraient inclure des comparaisons de diverses stratégies de gestion des animaux à l'intérieur des parcs en tenant compte de l'hygiène et de la densité des enclos, de l'alimentation et du déplacement des animaux. Elles devraient également comprendre différentes stratégies d'utilisation d'antimicrobiens et préciser de quelle manière ces démarches pourraient diminuer efficacement l'effet du mois de novembre.
3. Examiner quels éléments peuvent nécessiter le recours à la médication massive, tout en veillant à le faire le moins possible.

4. Examiner les effets à long terme de l'utilisation d'antimicrobiens à des fins métagyactiques dans les parcs sur l'efficacité thérapeutique et l'émergence de la RAM chez les agents pathogènes présents dans les parcs.
5. Comparer les parcs d'engraissement qui ont recours à une approche métagyactique à ceux qui préfèrent prendre la température et traiter qu'utiliser des antimicrobiens.
6. Entreprendre des recherches axées sur l'examen des différences quant aux répercussions sur la santé humaine et à l'émergence de la RAM chez les agents pathogènes présents dans différents parcs; analyser la mise en œuvre de méthodes de gestion ou d'interventions dans tous les parcs (cela nécessiterait la comparaison des divers parcs entre eux pour déterminer l'efficacité).
7. Établir des liens avec les chercheurs qui se penchent sur l'utilisation des antimicrobiens selon des cycles ou de manière successive dans les hôpitaux afin de discuter des défis d'élaborer de protocoles dans les deux contextes et de déterminer de quelle manière les parcs peuvent aider les chercheurs à relever les défis auxquels ils font face dans les hôpitaux humains.

Conclusion

Nous concluons donc, à l'exception possible de la vaccination des animaux à leur arrivée au parc ou avant leur arrivée contre certains agents pathogènes, qu'aucune étude sur le terrain publiée depuis vingt ans ne fournit de données convaincantes ou de solutions de rechange aux antimicrobiens en matière de gestion des maladies qui assureraient une diminution des taux de morbidité et de mortalité liés à la pneumonie bactérienne dans les parcs modernes de grande taille. Les projets d'études observationnelles ont fourni des renseignements utiles concernant la définition des caractéristiques d'un animal à risque élevé qui arrive au parc pour qu'on puisse ensuite assurer qu'il reçoive des antimicrobiens en métaphylaxie.

En dépit de l'investissement considérable dans la recherche consacrée à l'utilisation d'antimicrobiens et aux coûts liés à leur emploi, les maladies infectieuses demeurent un problème de taille pour les exploitants de parcs d'élevage. Le taux de mortalité chez les veaux d'élevage aux États-Unis est passé de 10,3/1 000 en 1994 à 14,2/1 000 en 1999, puis à 17,5/1 000 en 2003 (106). Cette hausse est attribuable à de multiples facteurs, mais elle indique que les nouveaux antimicrobiens ne parviennent pas à eux seuls à lutter efficacement contre les infections dans les parcs, surtout le CRB (106,199). Les exploitants de parcs sont davantage à la recherche de nouvelles méthodes de gestion que de nouveaux antimicrobiens pour lutter efficacement contre les infections (148) et la RAM. Les études ayant porté sur les nombreux facteurs de risque de maladies dans les parcs ont contraint l'industrie à revoir ses stratégies de gestion des maladies (200).

La clé pour diminuer le risque de maladies et pour réduire la nécessité de recourir aux antimicrobiens consiste à maintenir les troupeaux en santé dans les parcs (201). En faisant la promotion de la santé, tout en assurant une gestion efficace des facteurs environnementaux, on peut donc conclure qu'une réduction de la quantité d'organismes résistants aux antimicrobiens est possible. Il est cependant

nécessaire d'adopter une approche plus exhaustive qui prend en compte plusieurs facteurs de risque et qui ne cible pas uniquement les agents pathogènes seulement à l'aide de médicaments ou de vaccins.

On devrait encourager les chercheurs à mener d'autres études observationnelles et d'autres essais sur le terrain pour examiner à fond l'efficacité des pratiques de rechange de gestion des maladies sans recours aux antimicrobiens. On devrait étudier les effets à long terme de l'utilisation des antimicrobiens en métaphylaxie dans les parcs d'élevage sur l'efficacité du traitement et sur la RAM, et ces études devraient être effectuées à l'intérieur des parcs et dans divers parcs d'élevage. Il convient d'encourager la création de liens avec les chercheurs qui examinent déjà l'administration cyclique ou successive des antimicrobiens dans les hôpitaux pour humains. Dans les deux milieux, on pourrait étudier les défis en matière de conception dans le but de déterminer comment on pourrait faire avancer la recherche à l'aide d'un échange d'idées réciproque.

Le fait que nous disposions d'un grand nombre de données démontrant des variations dans les parcs nous évitera de recourir à une approche générique en matière de contrôle des infections au sein de l'industrie. Toute recommandation en lien avec le contrôle des maladies et des infections sera donc considérée, dans un avenir rapproché, comme étant fondée sur des principes et non pas sur des procédures précises et elle découlera davantage d'opinions et d'expériences que de preuves générées de façon systématique dans un contexte commercial.

Références

1. Ganzel, B. (2007). *Beef, Feedlots & IBP*. Consulté le 21 novembre 2008, à partir du site http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe50s/crops_08.html
2. House of Lords Select Committee on Science and Technology. (1998). *Resistance to antibiotics and other antimicrobial agent* No. 7). London: The Stationary Office.
3. Radostits, O. M. (2001b). Chapter 4: Control of infectious diseases of food-producing animals. In O. M. Radostits (Ed.), *Herd health: food animal production medicine* (3rd ed., pp. 147-188). Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2008). *Antibiotic / Antimicrobial Resistance*. Consulté le 23 mars 2009, à partir du site <http://www.cdc.gov/drugresistance/actionplan/html/top-priority.htm>
5. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2000). *WHO global principles for the containment of antimicrobial resistance in animals intended for food*. (WHO/CDS/CSR/APH/2000.4). Genève, Suisse.
6. Mlot, C. (2000). Antidotes for antibiotic use on the farm. *BioScience*, 50(11), 955-960. doi:10.1641/0006-3568(2000)050[0955:AFAUOT]2.0.CO;2
7. Duff, G. C., & Galyean, M. L. (2007). Board-invited review: recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. *J.Anim.Sci.*, 85(3), 823-840.
8. Arcangioli, M. A., Duet, A., Meyer, G., Dernburg, A., Bezille, P., Poumarat, F., et al. (2008). The role of *Mycoplasma bovis* in bovine respiratory disease outbreaks in veal calf feedlots. *Vet.J.*, 177(1), 89-93.
9. Gallo, G. F., & Berg, J. L. (1995). Efficacy of a feed-additive antibacterial combination for improving feedlot cattle performance and health. *Can.Vet.J.*, 36(4), 223-229.
10. Martin, S. W., Nagy, E., Armstrong, D., & Rosendal, S. (1999). The associations of viral and mycoplasmal antibody titers with respiratory disease and weight gain in feedlot calves. *Can.Vet.J.*, 40(8), 560-567.
11. Smith, R. A. (2004). Feedlot diseases and their control. *Médecin Vétérinaire du Québec*. 34(1), 50-52.
12. Carter, J. N., Meredith, G. L., Montelongo, M., Gill, D. R., Krehbiel, C. R., Payton, M. E., et al. (2002). Relationship of vitamin E supplementation and antimicrobial treatment with acute-phase protein responses in cattle affected by naturally acquired respiratory tract disease. *Am.J.Vet.Res.*, 63(8), 1111-1117.
13. Kelly, A. P., & Janzen, E. D. (1986). A review of morbidity and mortality rates and disease occurrence in North American feedlot cattle. *Can Vet J*, 27(12), 496-500.
14. Ribble, C. S., Meek, A. H., Shewen, P. E., Guichon, P. T., & Jim, G. K. (1995b). Effect of pretransit mixing on fatal fibrinous pneumonia in calves. *J.Am.Vet.Med. Assoc.*, 207(5), 616-619.
15. Nagaraja, T. G., & Lechtenberg, K. F. (2007). Liver abscesses in feedlot cattle. *Vet.Clin.North Am.Food Anim.Pract.*, 23(2), 351-369.
16. Gagea, M. I., Bateman, K. G., van Dreumel, T., McEwen, B. J., Carman, S., Archambault, M., et al. (2006). Diseases and pathogens associated with mortality in Ontario beef feedlots. *J.Vet.Diagn.Invest.*, 18(1), 18-28.
17. Smith, R. A., Stokka, G. L., Radostits, O. M., & Griffin, D. D. (2001). Chapter 14: Health and production management in beef feedlots. In O. M. Radostits (Ed.), *Herd health: food animal production medicine* (3rd ed., pp. 581-633). Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company.
18. Ribble, C. S., Meek, A. H., Janzen, E. D., Guichon, P. T., & Jim, G. K. (1995a). Effect of time of year, weather, and the pattern of auction market sales on fatal fibrinous pneumonia (shipping fever) in calves in a large feedlot in Alberta (1985-1988). *Can.J.Vet.Res.*, 59(3), 167-172.
19. Coe, P. H., Grooms, D. L., Metz, K., & Holland, R. E. (2008). Changes in antibiotic susceptibility of *Escherichia coli* isolated from steers exposed to antibiotics during the early feeding period. *Vet.Ther.*, 9(3), 241-247.
20. Ribble, C. S., Jim, G. K., & Janzen, E. D. (1988). Efficacy of immunization of feedlot calves with a commercial *Haemophilus somnus* bacterin. *Can.J.Vet. Res.*, 52(2), 191-198.

21. Lathrop, S. L., Wittum, T. E., Loerch, S. C., Perino, L. J., & Saif, L. J. (2000). Antibody titers against bovine coronavirus and shedding of the virus via the respiratory tract in feedlot cattle. *Am.J.Vet.Res.*, 61(9), 1057-1061.
22. Alexander, B. H., MacVean, D. W., & Salman, M. D. (1989). Risk factors for lower respiratory tract disease in a cohort of feedlot cattle. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 195(2), 207-211.
23. Purdy, C. W., Scanlan, C. M., Loan, R. W., & Foster, G. S. (1993). Identification of *Pasteurella haemolytica* A1 isolates from market-stressed feeder calves by use of enzyme and antimicrobial susceptibility profiles. *Am.J.Vet.Res.*, 54(1), 92-98.
24. Griffin, D. (1998). Feedlot diseases. *Vet.Clin.North Am.Food Anim.Pract.*, 14(2), 199-231.
25. Alexander, T. W., Yanke, L. J., Topp, E., Olson, M. E., Read, R. R., Morck, D. W., et al. (2008). Effect of subtherapeutic administration of antibiotics on the prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* bacteria in feedlot cattle. *Appl.Environ.Microbiol.*, 74(14), 4405-4416.
26. Berge, A. C. B., Epperson, W. B., & Pritchard, R. H. (2005). Assessing the effect of a single dose florfenicol treatment in feedlot cattle on the antimicrobial resistance patterns in faecal *Escherichia coli*. *Vet.Res.*, 36(5), 723-734.
27. Galland, J. C., Hyatt, D. R., Crupper, S. S., & Acheson, D. W. (2001). Prevalence, antibiotic susceptibility, and diversity of *Escherichia coli* O157:H7 isolates from a longitudinal study of beef cattle feedlots. *Appl. Environ.Microbiol.*, 67(4), 1619-1627.
28. Inglis, G. D., Morck, D. W., McAllister, T. A., Entz, T., Olson, M. E., Yanke, L. J., et al. (2006a). Temporal prevalence of antimicrobial resistance in *Campylobacter* spp. from beef cattle in Alberta feedlots. *Appl.Environ.Microbiol.*, 72(6), 4088-4095.
29. Carson, C. A., Reid-Smith, R., Irwin, R. J., Martin, W. S., & McEwen, S. A. (2008b). Antimicrobial resistance in generic fecal *Escherichia coli* from 29 beef farms in Ontario. *Can.J.Vet.Res.*, 72(2), 119-128.
30. Dargatz, D. A., Fedorka-Cray, P. J., Ladely, S. R., Koprak, C. A., Ferris, K. E., & Headrick, M. L. (2003). Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* spp. isolates from US cattle in feedlots in 1999 and 2000. *J.Appl.Microbiol.*, 95(4), 753-761.
31. Sharma, R., Munns, K., Alexander, T., Entz, T., Mirzaagha, P., Yanke, L. J., et al. (2008). Diversity and distribution of commensal fecal *Escherichia coli* bacteria in beef cattle administered selected subtherapeutic antimicrobials in a feedlot setting. *Appl.Environ.Microbiol.*, 74(20), 6178-6186.
32. Stevenson, S. M., McAllister, T. A., Selinger, L. B., Yanke, L. J., Olson, M. E., Morck, D. W., et al. (2003). Transfer of a rifampicin-resistant *Escherichia coli* strain among feedlot cattle. *J.Appl.Microbiol.*, 95(2), 398-410.
33. Conly, C. (2002). Antimicrobial resistance in Canada. *Canadian Medical Association Journal*, 167(8), 885-891.
34. Kunin, C. M. (1993). Resistance to antimicrobial drugs – a worldwide calamity. *Annals of Internal Medicine*, 118(7), 557-561.
35. Wenzel, R. P., & Edmond, M. B. (2000). Managing antibiotic resistance. *The New England Journal of Medicine*, 343(26), 1961-1963.
36. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2002). *Antimicrobial resistance*. Consulté le 2 mars 2009, à partir du site <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>
37. Radostits, O. M. (1999). The use of antimicrobials in beef cattle health management and production and the development of antimicrobial resistant. *The Bovine Proceedings*, 32, 75-100.
38. Soulsby, L. (2007). Antimicrobials and animal health: a fascinating nexus. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 60(Suppl. 1), i77-i78.
39. Checkley, S. L., Campbell, J. R., Chirino-Trejo, M., Janzen, E. D., & McKinnon, J. J. (2008). Antimicrobial resistance in generic fecal *Escherichia coli* obtained from beef cattle on arrival at the feedlot and prior to slaughter, and associations with volume of total individual cattle antimicrobial treatments in one western Canadian feedlot. *Can.J.Vet.Res.*, 72(2), 101-108.
40. Inglis, G. D., McAllister, T. A., Busz, H. W., Yanke, L. J., Morck, D. W., Olson, M. E., et al. (2005). Effects of subtherapeutic administration of antimicrobial agents to beef cattle on the prevalence of antimicrobial resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter hyointestinalis*. *Appl.Environ.Microbiol.*, 71(7), 3872-3881.

41. Khaitsa, M. L., Kegode, R. B., Bauer, M. L., Gibbs, P. S., Lardy, G. P., & Doetkott, D. K. (2007). A longitudinal study of *Salmonella* shedding and antimicrobial resistance patterns in North Dakota feedlot cattle. *J.Food Prot.*, 70(2), 476-481.
42. Manie, T., Brözel, V. S., Veith, W. J., & Gouws, P. A. (1999). Antimicrobial resistance of bacterial flora associated with bovine products in South Africa. *J Food Prot*, 62(6), 615-618.
43. Inglis, G. D., Morck, D. W., McAllister, T. A., Entz, T., Olson, M. E., Yanke, L. J., et al. (2006b). Temporal prevalence of antimicrobial resistance in *Campylobacter* spp. from beef cattle in Alberta feedlots. *Appl.Environ.Microbiol.*, 72(6), 4088-4095.
44. Edrington, T. S., Looper, M. L., Duke, S. E., Callaway, T. R., Genovese, K. J., Anderson, R. C., et al. (2006). Effect of ionophore supplementation on the incidence of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* and antimicrobial susceptibility of fecal coliforms in Stocker cattle. *Foodborne Pathog Dis*, 3(3), 284-291.
45. Hoyle, D. V., Davison, H. C., Knight, H. I., Yates, C. M., Dobay, O., Gunn, G. J., et al. (2006). Molecular characterisation of bovine faecal *Escherichia coli* shows persistence of defined ampicillin resistant strains and the presence of class 1 integrons on an organic beef farm. *Vet Microbiol*, 115(1-3), 250-257.
46. Dargatz, D. A., Fedorka-Cray, P. J., Ladely, S. R., Ferris, K. E., Green, A. L., & Headrick, M. L. (2002a). Antimicrobial susceptibility patterns of *Salmonella* isolates from cattle in feedlots. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 221(2), 268-272.
47. Radostits, O. M. (2001a). Chapter 1: Principles of health management in food-producing animals. In O. M. Radostits (Ed.), *Herd health: food animal production medicine* (3rd ed., pp. 1-46). Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company.
48. Walton, J. R. (1988). Antibiotic resistance: An overview. *Vet Rec*, 122, 122-251.
49. Dargatz, D. A., Fedorka-Cray, P. J., Ladely, S. R., Ferris, K. E., Green, A. L., & Headrick, M. L. (2002b). Antimicrobial susceptibility patterns of *Salmonella* isolates from cattle in feedlots. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 221(2), 268-272.
50. Van Donkersgoed, J., Janzen, E. D., Potter, A. A., & Harland, R. J. (1994). The occurrence of *Haemophilus somnus* in feedlot calves and its control by postarrival prophylactic mass medication. *Can.Vet.J.*, 35(9), 573-580.
51. Ewert, K. M., Sears, J. E., Sturgess, K., Bade, D. J., & Herr, L. G. (2000). Post-approval monitoring program for baytril 100 in feedlot cattle. *Compte-rendu du 9e Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, États-Unis*
52. Prescott, J. F., & Nicholson, V. M. (1988). Antimicrobial drug susceptibility of *Leptospira interrogans* serovar *hardjo* isolated from cattle. *Can.J.Vet.Res.*, 52(2), 286-287.
53. Harvey, R., Funk, J., Wittum, T. E., & Hoet, A. E. (2009). A metagenomic approach for determining prevalence of tetracycline resistance genes in the fecal flora of conventionally raised feedlot steers and feedlot steers raised without antimicrobials. *Am.J.Vet. Res.*, 70(2), 198-202.
54. Peak, N., Knapp, C. W., Yang, R. K., Hanfelt, M. M., Smith, M. S., Aga, D. S., et al. (2007). Abundance of six tetracycline resistance genes in wastewater lagoons at cattle feedlots with different antibiotic use strategies. *Environ.Microbiol.*, 9(1), 143-151.
55. Diarra, M. S., Giguere, K., Malouin, F., Lefebvre, B., Bach, S., Delaquis, P., et al. (2009). Genotype, serotype, and antibiotic resistance of sorbitol-negative *Escherichia coli* isolates from feedlot cattle. *Journal of Food Protection*, 72(1), 28-36.
56. Copeland, S., Hellwig, D. H., Kegley, E. B., Johnson, Z. B., & Krumpleman, S. (2000). Evaluation of hospital treatment regimens for the University of Arkansas Beef Research facility at Savoy. *Research Series – Arkansas Agricultural Experiment Station*, (470), 132-134.
57. Englen, M. D., Fedorka-Cray, P. J., Ladely, S. R., & Dargatz, D. A. (2005). Antimicrobial resistance patterns of *Campylobacter* from feedlot cattle. *J.Appl. Microbiol.*, 99(2), 285-291.

58. McEwen, S. A., Poppe, C., Popa, M., Werber, D., O'Connor, A., & Dunlop, H. (2000). Therapeutic and in-feed antimicrobial use and resistance in fecal commensals of swine and cattle. *Compte-rendu du 9^e Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, États-Unis, du 6 au 11 août 2000*. 2000.2000.Id 468,4 Ref, 351-353.
59. Alam, M. J., Renter, D. G., Ives, S. E., Thomson, D. U., Sanderson, M. W., Hollis, L. C., et al. (2009). Potential associations between fecal shedding of *Salmonella* in feedlot cattle treated for apparent respiratory disease and subsequent adverse health outcomes. *Veterinary Research (Les Ulis)*, 40(1), Article.
60. Englen, M. D., Fedorka-Cray, P. J., Ladely, S., & Dargatz, D. A. (2001). Antimicrobial resistance in *Campylobacter* isolated from feedlot cattle. *Abstracts of the General Meeting of the American Society for Microbiology*, 101, 749.
61. Kunze, D. J., Loneragan, G. H., Platt, T. M., Miller, M. F., Besser, T. E., Koohmaraie, M., et al. (2008). *Salmonella enterica* burden in harvest-ready cattle populations from the southern high plains of the United States. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74(2), 345-351.
62. Minihan, D., Whyte, P., O'mahony, M., Cowley, D., O'halloran, F., Corcoran, D., et al. (2006). Phenotypic and genotypic anti-microbial resistance profiles of *Campylobacters* from untreated feedlot cattle and their environment. *J. Vet. Med. B Infect. Dis. Vet. Public Health*, 53(4), 181-187.
63. Bach, S. J., Selinger, L. J., Stanford, K., & McAllister, T. A. (2005). Effect of supplementing corn- or barley-based feedlot diets with canola oil on faecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 by steers. *J. Appl. Microbiol.*, 98(2), 464-475.
64. Dargatz, D. A., Strohmeyer, R. A., Morley, P. S., Hyatt, D. R., & Salman, M. D. (2005). Characterization of *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* from cattle feed ingredients. *Foodborne Pathog. Dis.*, 2(4), 341-347.
65. Platt, T. M., Loneragan, G. H., Scott, H. M., Norby, B., Thomson, D. U., Brown, M. S., et al. (2008). Antimicrobial susceptibility of enteric bacteria recovered from feedlot cattle administered chlortetracycline in feed. *Am. J. Vet. Res.*, 69(8), 988-996.
66. Chang, C., Whalen, J. K., & Hao, X. (2005). Increase in phosphorus concentration of a clay loam surface soil receiving repeated annual feedlot cattle manure applications in southern Alberta. *Can. J. Soil Sci.*, 85(5), 589-597.
67. Van Donkersgoed, J., Grogan, H., Jim, K., Hunt, T. D., Moss, E. W., Warrack, J., Myers, D. (1996). Good production practices in the feedlot. *Can. Vet. J.*, 37(9), 535-538.
68. Canadian Veterinary Medical Association (CVMA). (2008). *Canadian Veterinary Medical Association Antimicrobial Prudent Use Guidelines 2008 for beef cattle, dairy cattle, poultry, and swine*. Ottawa, ON. 94 pages
69. American Veterinary Medical Association (AVMA). (2000). American Association of Bovine Practitioners Prudent Drug Usage Guidelines for Cattle. AVMA policy. Disponible à l'adresse : http://www.avma.org/issues/policy/jtua_cattle.asp. Consulté le 21 décembre 2009.
70. Canadian Veterinary Medical Association (CVMA). (2001). Guidelines on the prudent use of antimicrobial drugs in cattle. Disponible à l'adresse : <http://canadianveterinarians.net/ShowText.aspx?ResourceID=86>. Consulté le 21 décembre 2009
71. Australian Veterinary Association (AVA). (2005). Appendix 15 – Australian Veterinary Association (AVA) code of practice for prescription and use of products which contain antimicrobial agents. IN AVA Prescribing and Dispensing Guidelines, Version 1,0. Mis à jour le 08-09-02
72. Gouvernement du Canada. (2007). *Canadian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance (CIPARS) No. 2005*. Guelph, ON: Agence de la santé publique du Canada.
73. National Agricultural Statistics Service (NASS). (2009). *USDA National Agricultural Statistics Service – Quick Stats; U.S. & All States Data – Cattle & Calves*. Consulté le 24 mars 2009, à partir du site http://www.nass.usda.gov/QuickStats/Create_Federal_All.jsp
74. Carson, C. A., Reid-Smith, R., Irwin, R. J., Martin, W. S., & McEwen, S. A. (2008a). Antimicrobial use on 24 beef farms in Ontario. *Can J Vet Res*, 72(2), 109-118.

75. Welsh, R. D., Dye, L. B., Payton, M. E., & Confer, A. W. (2004). Isolation and antimicrobial susceptibilities of bacterial pathogens from bovine pneumonia. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 16(5), 426-431.
76. Woolums, A. R., Loneragan, G. H., Hawkins, L. L., & Williams, S. M. (2005). Baseline management practices and animal health data reported by US feedlots responding to a survey regarding acute interstitial pneumonia. *Bovine Practitioner*, 39(2), 116-124.
77. Booker, C. W., Abutarbush, S. M., Schunicht, O. C., Jim, G. K., Perrett, T., Wildman, B. K., et al. (2007). Evaluation of the efficacy of tulathromycin as a metaphylactic antimicrobial in feedlot calves. *Vet. Ther.*, 8(3), 183-200.
78. Johnson, J. C., Bryson, W. L., Barringer, S., & Hunsaker, B. D. (2008). Evaluation of on-arrival versus prompted metaphylaxis regimens using ceftiofur crystalline free acid for feedlot heifers at risk of developing bovine respiratory disease. *Vet. Ther.*, 9(1), 53-62.
79. McClary, D., & Vogel, G. (1999). Effect of timing of tilmicosin metaphylaxis on control of bovine respiratory disease and performance in feeder cattle. *Bovine Practitioner*, 33(2), 155-161.
80. Vogel, G. J., Laudert, S. B., Zimmermann, A., Guthrie, C. A., Mechor, G. D., & Moore, G. M. (1998). Effects of tilmicosin on acute undifferentiated respiratory tract disease in newly arrived feedlot cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 212(12), 1919-1924.
81. Van Donkersgoed, J. (1992). Meta-analysis of field trials of antimicrobial mass medication for prophylaxis of bovine respiratory disease in feedlot cattle. *Can. Vet. J.*, 33(12), 786-795.
82. Gorham, P. E., Carroll, L. H., McAskill, J. W., Watkins, L. E., Ose, E. E., Tonkinson, L. V., et al. (1990). Tilmicosin as a single injection treatment for respiratory disease of feedlot cattle. *Can. Vet. J.*, 31(12), 826-829.
83. Galyean, M. L., Gunter, S. A., & Malcolm-Callis, K. J. (1995). Effects of arrival medication with tilmicosin phosphate on health and performance of newly received beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 73, 1219-1226.
84. Frank, G. H., Briggs, R. E., Loan, R. W., Purdy, C. W., & Zehr, E. S. (2000). Effects of tilmicosin treatment on *Pasteurella haemolytica* organisms in nasal secretion specimens of calves with respiratory tract disease. *Am. J. Vet. Res.*, 61(5), 525-529.
85. Fulton, R. W., Purdy, C. W., Confer, A. W., Saliki, J. T., Loan, R. W., Briggs, R. E., et al. (2000). Bovine viral diarrhea viral infections in feeder calves with respiratory disease: interactions with *Pasteurella* spp., parainfluenza-3 virus, and bovine respiratory syncytial virus. *Can. J. Vet. Res.*, 64(3), 151-159.
86. Campbell, J. R. (2004). Effect of bovine viral diarrhea virus in the feedlot. (Bovine viral diarrhea virus: persistence is the key). *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice*, 20(1), 39-50.
87. Booker, C. W., Abutarbush, S. M., Morley, P. S., Guichon, P. T., Wildman, B. K., Jim, G. K., et al. (2008). The effect of bovine viral diarrhea virus infections on health and performance of feedlot cattle. *Can. Vet. J.*, 49(3), 253-260.
88. Hessman, B. E., Fulton, R. W., Sjeklocha, D. B., Murphy, T. A., Ridpath, J. F., & Payton, M. E. (2009). Evaluation of economic effects and the health and performance of the general cattle population after exposure to cattle persistently infected with bovine viral diarrhea virus in a starter feedlot. *Am. J. Vet. Res.*, 70(1), 73-85.
89. Frank, G. H., Briggs, R. E., Duff, G. C., Loan, R. W., & Purdy, C. W. (2002). Effects of vaccination prior to transit and administration of florfenicol at time of arrival in a feedlot on the health of transported calves and detection of *Mannheimia haemolytica* in nasal secretions. *Am. J. Vet. Res.*, 63(2), 251-256.
90. Frank, G. H., & Duff, G. C. (2000). Effects of tilmicosin phosphate, administered prior to transport or at time of arrival, and feeding of chlortetracycline, after arrival in a feedlot, on *Mannheimia haemolytica* in nasal secretions of transported steers. *Am. J. Vet. Res.*, 61(12), 1479-1483.
91. Guichon, P. T., Booker, C. W., & Kee Jim, G. (1993). Comparison of two formulations of oxytetracycline given prophylactically to reduce the incidence of bovine respiratory disease in feedlot calves. *Can. Vet. J.*, 34, 736-741.

92. Harland, R. J., Jim, G. K., Guichon, P. T., Townsend, H. G. G., & Janzen, E. D. (1991). Efficacy of parenteral antibiotics for disease prophylaxis in feedlot calves. *Can.Vet.J.*, 32(3), 163-168.
93. Schunicht, O. C., Guichon, P. T., Booker, C. W., Kee Jim, G., Wildman, B. K., Hill, B. W., et al. (2002). A comparison of prophylactic efficacy of tilmicosin and a new formulation of oxytetracycline in feedlot calves. *Can Vet J*, 43, 355-362.
94. Schumann, F. J., Janzen, E. D., & McKinnon, J. J. (1990). Prophylactic tilmicosin medication of feedlot calves at arrival. *Can.Vet.J.*, 31(4), 285-288.
95. Gould, I. M. (2009). Antibiotic resistance: the perfect storm. *Int J Antimicrobial Agents*, 34 (S3), S2-S5.
96. Khaitsa, M. L., Smith, D. R., Stoner, J. A., Parkhurst, A. M., Hinkley, S., Klopfenstein, T. J., et al. (2003). Incidence, duration, and prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 fecal shedding by feedlot cattle during the finishing period. *J.Food Prot.*, 66(11), 1972-1977.
97. Ribble, C. S., Shoukri, M. M., Meek, A. H., & Martin, S. W. (1994). Clustering of fatal fibrinous pneumonia (shipping fever) in feedlot calves within transport truck and feedlot pen groups. *Prev.Vet.Med.*, 21(3), 251-261.
98. Smith, D., Blackford, M., Younts, S., Moxley, R., Gray, J., Hungerford, L., et al. (2001). Ecological relationships between the prevalence of cattle shedding *Escherichia coli* O157:H7 and characteristics of the cattle or conditions of the feedlot pen. *J.Food Prot.*, 64(12), 1899-1903.
99. Frank, G. R., Salman, M. D., & MacVean, D. W. (1988). Use of a disease reporting system in a large beef feedlot. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 192(8), 1063-1067.
100. Knowles, T. G. (1999). A review of the transport of cattle. *Veterinary Record*, 144(8), 197-201.
101. Fulton, R. W., Cook, B. J., Step, D. L., Confer, A. W., Saliki, J. T., Payton, M. E., et al. (2002). Evaluation of health status of calves and the impact on feedlot performance: assessment of a retained ownership program for postweaning calves. *Can.J.Vet.Res.*, 66(3), 173-180.
102. Gummow, B., & Mapham, P. H. (2000). A stochastic partial-budget analysis of an experimental *Pasteurella haemolytica* feedlot vaccine trial. *Prev.Vet.Med.*, 43(1), 29-42.
103. Larson, R. L., Grotelueschen, D. M., Brock, K. V., Dargatz, D. A., Ellis, J. A., Hunsaker, B. D., et al. (2004). Bovine viral diarrhoea (BVD) decision/management guidelines for beef veterinarians. *Bovine Practitioner*, 38(1), 103-112.
104. O'Connor, A. M., Sorden, S. D., & Apley, M. D. (2005). Association between the existence of calves persistently infected with bovine viral diarrhoea virus and commingling on pen morbidity in feedlot cattle. *Am.J.Vet.Res.*, 66(12), 2130-2134.
105. Quakenbush, G. A. (2004). Improving young stock health: a US perspective. *Cattle Practice*, 12(4), 299-303.
106. Thomson, D. U., & White, B. J. (2006). Backgrounding Beef Cattle. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 22(2), 373-398.
107. Perrett, T., Wildman, B. K., Abutarbush, S. M., Pittman, T. J., Jones, C., Pollock, C. M., et al. (2008). A comparison of two *Mannheimia haemolytica* immunization programs in feedlot calves at high risk of developing undifferentiated fever/bovine respiratory disease. *Bovine Practitioner*, 42(1), 64-75.
108. Plummer, P. J., Rohrbach, B. W., Daugherty, R. A., Daugherty, R. A., Thomas, K. V., Wilkes, R. P., et al. (2004). Effect of intranasal vaccination against bovine enteric coronavirus on the occurrence of respiratory tract disease in a commercial backgrounding feedlot. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 225(5), 726-731.
109. Perino, L. J., & Hunsaker, B. D. (1997). A review of bovine respiratory disease vaccine field efficacy. *The Bovine Practitioner*, 31, 59-66.
110. Dewell, R. D., Hungerford, L. L., Keen, J. E., Laegreid, W. W., Griffin, D. D., Rupp, G. P., et al. (2006). Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 228(6), 914-921.
111. Phillips, W. A., & VonTungeln, D. L. (1992). Effects of method of vaccination on the performance and health of feeder calves. *Compte-rendu du Twenty Fourth Annual Convention American Association of Bovine Practitioners, du 18 au 21 septembre 1991 Orlando, Floride*, 18-21
112. Kirkpatrick, J. G., Step, D. L., Payton, M. E., Richards, J. B., McTague, L. F., Saliki, J. T., et al. (2008). Effect of age at the time of vaccination on antibody titers and feedlot performance in beef calves. *J.Am.Vet.Med. Assoc.*, 233(1), 136-142.

113. Checkley, S. L., Janzen, E. D., Campbell, J. R., & McKinnon, J. J. (2005). Efficacy of vaccination against *Fusobacterium necrophorum* infection for control of liver abscesses and footrot in feedlot cattle in western Canada. *Can.Vet.J.*, 46(11), 1002-1007.
114. Jones, G., Jayappa, H., Hunsaker, B., Sweeney, D., RappGabrielson, V., Wasmoen, T., et al. (2004). Efficacy of an *Arcanobacterium pyogenes*-*Fusobacterium necrophorum* bacterin-toxoid as an aid in the prevention of liver abscesses in feedlot cattle. *Bovine Practitioner*, 38(1), 36-44.
115. Terhaar, B. L., Lechtenberg, K. F., & Hale, R. L. (1996). *Fusobacterium necrophorum* bacterin/leukotoxoid efficacy in the control of naturally occurring hepatic abscesses in cattle. *Agri-Practice*, 17(7), 15-17.
116. De Groot, B., Dewey, C. E., Griffin, D. D., Perino, L. J., Moxley, R. A., & Hahn, G. L. (1997). Effect of booster vaccination with a multivalent clostridial bacterin-toxoid on sudden death syndrome mortality rate among feedlot cattle. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 211(6), 749-753.
117. Bechtol, D. T., Ballinger, R. T., & Sharp, A. J. (1991). Field trial of a *Pasteurella haemolytica* toxoid administered at spring branding and in the feedlot. *Agri-Practice*, 12(2), 6.
118. Kennedy, J. A. (1995). The effects of Re-17 mutant *Salmonella typhimurium* bacterin-toxoid on bovine respiratory disease in feedlot heifers. *Agri-Practice*, 16(3), 29-31.
119. Jim, K., Guichon, T., & Shaw, G. (1988). Protecting feedlot calves from pneumonic pasteurellosis. *Vet. Med.*, 83(10), 1084-1087.
120. Thorlakson, B., Martin, W., & Peters, D. (1990). A field trial to evaluate the efficacy of a commercial *Pasteurella haemolytica* bacterial extract in preventing bovine respiratory disease. *Can.Vet.J.*, 31(8), 573-579.
121. Van Donkersgoed, J., Schumann, F. J., Harland, R. J., Potter, A. A., & Janzen, E. D. (1993). The effect of route and dosage of immunization on the serological response to a *Pasteurella haemolytica* and *Haemophilus somnus* vaccine in feedlot calves. *Can. Vet.J.*, 34(12), 731-735.
122. Harland, R. J., Potter, A. A., Drunen Littelvan den Hurk, S. v., van Donkersgoed, J., Parker, M. P., Zamb, T. J., et al. (1992). The effect of subunit or modified live bovine herpesvirus-1 vaccines on the efficacy of a recombinant *Pasteurella haemolytica* vaccine for the prevention of respiratory disease in feedlot calves. *Can.Vet.J.*, 33(11), 734-741.
123. Bryant, T. C., Rogers, K. C., Stone, N. D., & Miles, D. G. (2008b). Effect of viral respiratory vaccine treatment on performance, health and carcass traits of auction-origin feeder steers. *Bovine Practitioner*, 42(1), 98-103.
124. Duff, G. C., MalcolmCallis, K. J., Walker, D. A., Wiseman, M. W., Galyean, M. L., & Perino, L. J. (2000). Effects of intranasal versus intramuscular modified live vaccines and vaccine timing on health and performance by newly received beef cattle. *Bovine Practitioner*, 34(1), 66-71.
125. Fairbanks, K. F., Campbell, J., & Chase, C. C. (2004). Rapid onset of protection against infectious bovine rhinotracheitis with a modified-live virus multivalent vaccine. *Vet.Ther.*, 5(1), 17-25.
126. Frank, G. H., Briggs, R. E., Duff, G. C., & Hurd, H. S. (2003). Effect of intranasal exposure to leukotoxin-deficient *Mannheimia haemolytica* at the time of arrival at the feedyard on subsequent isolation of *M haemolytica* from nasal secretions of calves. *Am.J.Vet. Res.*, 64(5), 580-585.
127. Mosier, D. A., Panciera, R. J., Rogers, D. P., Uhlich, G. A., Butine, M. D., Confer, A. W., et al. (1998). Comparison of serologic and protective responses induced by two *Pasteurella* vaccines. *Can.J.Vet.Res.*, 62(3), 178-182.
128. West, K., & Ellis, J. (1997). Functional analysis of antibody responses of feedlot cattle to bovine respiratory syncytial virus following vaccination with mixed vaccines. *Can.J.Vet.Res.*, 61(1), 28-33.
129. Mills, L. (1991). Cross-protection of feedlot calves against *Pasteurella* endotoxemia with an Re mutant *Salmonella typhimurium* bacterin-toxoid. *Agri-Practice*, 12(4), 35-39.
130. Schunicht, O. C., Booker, C. W., Jim, G. K., Guichon, P. T., Wildman, B. K., & Hill, B. W. (2003). Comparison of a multivalent viral vaccine program versus a univalent viral vaccine program on animal health, feedlot performance, and carcass characteristics of feedlot calves. *Can.Vet.J.*, 44(1), 43-50.

131. Bryant, T. C., Nichols, J. R., Adams, J. R., Farmer, T. D., & Miles, O. G. (2008a). Effect of tilmicosin alone or in combination with *Mannheimia haemolytica* toxoid administered at initial feedlot processing on morbidity and mortality of high-risk calves. *Bovine Practitioner*, 42(1), 50-54.
132. MacGregor, S., Smith, D., Perino, L. J., & Hunsaker, B. D. (2003). An evaluation of the effectiveness of a commercial *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* vaccine in a commercial feedlot. *Bovine Practitioner*, 37(1), 78-82.
133. Frank, G. H., Briggs, R. E., Loan, R. W., Purdy, C. W., & Zehr, E. S. (1996). Respiratory tract disease and mucosal colonization by *Pasteurella haemolytica* in transported cattle. *Am.J.Vet.Res.*, 57(9), 1317-1320.
134. Richeson, J. T., Beck, P. A., Gadberry, M. S., Gunter, S. A., Hess, T. W., Hubbell, D. S., 3rd, et al. (2008). Effects of on-arrival versus delayed modified live virus vaccination on health, performance, and serum infectious bovine rhinotracheitis titers of newly received beef calves. *J.Anim.Sci.*, 86(4), 999-1005.
135. Morck, D. W., Merrill, J. K., Thorlakson, B. E., Olson, M. E., Tonkinson, L. V., & Costerton, J. W. (1993). Prophylactic efficacy of tilmicosin for bovine respiratory tract disease. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 202(2), 273-277.
136. Roth, J. A., & Perino, L. J. (1998). Immunology and prevention of infection in feedlot cattle. *Vet.Clin.North Am.Food Anim.Pract.*, 14(2), 233-256.
137. Wildman, B. K., Perrett, T., Abutarbush, S. M., Guichon, P. T., Pittman, T. J., Booker, C. W., et al. (2008). A comparison of 2 vaccination programs in feedlot calves at ultra-high risk of developing undifferentiated fever/bovine respiratory disease. *Can.Vet.J.*, 49(5), 463-472.
138. Cusack, P. M. V., McMeniman, N., & Lean, I. J. (2003). The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots. *Aust.Vet.J.*, 81(8), 480-487.
139. Callan, R. J., & Garry, F. B. (2002). Biosecurity and bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice*, 18(1), 57-77.
140. Engelken, T. J. (1997). Preventative programs for respiratory disease in cow/calf operations. *Vet.Clin. North Am.Food Anim.Pract.*, 13(3), 647-660.
141. Lechtenberg, K. F., Smith, R. A., & Stokka, G. L. (1998). Feedlot health and management. *Vet.Clin. North Am.Food Anim.Pract.*, 14(2), 177-197.
142. Nagaraja, T. G., Laudert, S. B., & Parrott, J. C. (1996). Liver abscesses in feedlot cattle. Part II. Incidence, economic importance, and prevention. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 18(10), 264.
143. Ribble, C. S., Van Donkersgoed, J., Harland, R. J., & Janzen, E. D. (1992). Using epidemiology as an aid in feedlot disease management. *Compte-rendu du Twenty Fourth Annual Convention American Association of Bovine Practitioners, du 18 au 21 septembre 1991 Orlando, Floride, 18-21*
144. Speer, N., Young, C., & Roeber, D. (2001). The importance of preventing Bovine Respiratory Disease: A beef industry review. *Bovine Practitioner*, 35(2), 189-196.
145. Weekley, L. B., Veit, H. P., & Eyre, P. (1998). Bovine pneumonic pasteurellosis. Part II. Clinical presentation and treatment. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 20(2), S56.
146. Wierup, M. (2000). The control of microbial diseases in animals: alternatives to the use of antibiotics. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 14, 315-319.
147. Wildman, B. K., Schunicht, O. C., Jim, G. K., Guichon, P. T., Booker, C. W., & Tollens, R. A. (2000). The use of computer imaging technology to facilitate the capture of feedlot necropsy information. *Can.Vet.J.*, 41(2), 124-125.
148. Smith, R. A., Biber, J. D., Griffin, D., Johnson, E., & Weaver, G. (1993). Management of sick cattle in the feedlot, part 1. *Agri-Practice*, 14(8), 10-13.
149. Cervino, M. (2005). The importance of a health plan in the entry of pasture calves into feedlots. *Albeitar*, (90), 48-49.
150. Lekeux, P., Genicot, A., Linden, A., Desmecht, D., & Close, R. (1992). New Insight in the Management of Acute Bovine Respiratory Diseases. *25th American Association of Bovine Practitioners Conference*, 1, 143-148.
151. Lundeen, T. (2003). BRD a leading cause of death; alternative treatments examined. *Feedstuffs*, 75(7), 9.
152. Griffin, D., Perino, L., & Wittun, T. (1995). Feedlot respiratory disease: Cost, value of preventives and intervention. *Compte-rendu du Twenty Seventh Annual Convention American Association of Bovine Practitioners, Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis*, 157-160.

153. Fernandez, M. I., & Woodward, B. W. (1999). Comparison of conventional and organic beef production systems. I. Feedlot performance and production costs. *Livest.Prod.Sci.*, 61(2), 213-223.
154. Loerch, S. C., & Fluharty, F. L. (2000). Use of trainer animals to improve performance and health of newly arrived feedlot calves. *J.Anim.Sci.*, 78(3), 539-545.
155. Schwartzkopf-Genswein, K. S., BoothMcLean, M. E., Shah, M. A., Entz, T., Bach, S. J., Mears, G. J., et al. (2007). Effects of pre-haul management and transport duration on beef calf performance and welfare. *Appl.Anim.Behav.Sci.*, 108(1), 12-30.
156. Walker, K. H., Fell, L. R., Reddacliff, L. A., Kilgour, R. J., House, J. R., Wilson, S. C., et al. (2007). Effects of yard weaning and training on the behavioural adaptation of cattle to a feedlot. *Livestock Science*, 106(2), 210-217.
157. Martin, S. W., Darlington, G., Bateman, K., & Holt, J. (1988). Undifferentiated Bovine Respiratory Disease Shipping Fever: Is It Communicable? *Preventive Veterinary Medicine*, 6(1), 27-36.
159. Brandt, A. W., Sanderson, M. W., DeGroot, B. D., Thomson, D. U., & Hollis, L. C. (2008). Biocontainment, biosecurity, and security practices in beef feedyards. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 232(2), 262-269.
160. Dargatz, D. A., Loneragan, G. H., Wagner, B. A., Garber, L. P., Hill, G. W., Rodriguez, J. M., et al. (2000). Health and management of cattle in United States feedlots. *Compte-rendu du 9e Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, États-Unis*
161. Harman, B. R., Brinkman, M. H., Hoffman, M. P., & Self, H. L. (1989). Factors affecting in-transit shrink and liver abscesses in fed steers. *J.Anim.Sci.*, 67(2), 311-317.
162. Jorgensen, K. F., Sehested, J., & Vestergaard, M. (2007). Effect of starch level and straw intake on animal performance, rumen wall characteristics and liver abscesses in intensively fed Friesian bulls. *Animal*, 1(6), 797-803.
163. Lechtenberg, K. F., Nagaraja, T. G., & Chengappa, M. M. (1998). Antimicrobial susceptibility of *Fusobacterium necrophorum* isolated from bovine hepatic abscesses. *Am.J.Vet.Res.*, 59(1), 44-47.
164. Nagaraja, T. G., & Chengappa, M. M. (1998). Liver abscesses in feedlot cattle: a review. *J.Anim.Sci.*, 76(1), 287-298.
165. Refsgaard Andersen, H. (2000). How ruminal acidosis, liver abscesses, etc. can be prevented in intensive feeding of slaughter calves, young bulls and bullocks. *DJF Rapport, Husdyrbrug*, (16), 32.
166. Vazquez-Anon, M., Scott, F., Miller, B., & Peters, T. (2005). Evaluation of the incidence of liver abscess in feedlot cattle fed a dietary antioxidant (Agrado (R)). *Journal of Dairy Science*, 88, 50-51.
167. Jacob, M. E., Fox, J. T., Narayanan, S. K., Drouillard, J. S., Renter, D. G., & Nagaraja, T. G. (2008). Effects of feeding wet corn distillers grains with solubles with or without monensin and tylosin on the prevalence and antimicrobial susceptibilities of fecal foodborne pathogenic and commensal bacteria in feedlot cattle. *J.Anim.Sci.*, 86(5), 1182-1190.
168. Loe, E. R., Bauer, M. L., Lardy, G. P., & Caton, J. S. (2002). Effect of dietary inclusion of concentrated separator by-product and weaning management on performance of newly received feedlot steers. *Anim. Feed Sci.Technol.*, 100(1), 43-52.
169. Berry, B. A., Krehbiel, C. R., Confer, A. W., Gill, D. R., Smith, R. A., & Montelongo, M. (2004). Effects of dietary energy and starch concentrations for newly received feedlot calves: I. Growth performance and health. *J.Anim.Sci.*, 82(3), 837-844.
170. Carter, J. N., Gill, D. R., Krehbiel, C. R., Confer, A. W., Smith, R. A., Lalman, D. L., et al. (2005). Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. *J.Anim.Sci.*, 83(8), 1924-1932.
171. Loerch, S. C., & Fluharty, F. L. (1999). Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J.Anim.Sci.*, 77(5), 1113-1119.
172. Macartney, J. E., Bateman, K. G., & Ribble, C. S. (2003b). Health performance of feeder calves sold at conventional auctions versus special auctions of vaccinated or conditioned calves in Ontario. *J.Am.Vet.Med.Assoc.*, 223(5), 677-683.
173. Nagaraja, T. G., Galyean, M. L., & Cole, N. A. (1998). Nutrition and disease. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice*, 14(2), 257-277.
174. Rice, J. A., Carrasco-Medina, L., Hodgins, D. C., & Shewen, P. E. (2007). *Mannheimia haemolytica* and bovine respiratory disease. *Anim.Health.Res.Rev.*, 8(2), 117-128.

175. Chang, G. X., Mallard, B. A., Mowat, D. N., & Gallo, G. F. (1996). Effect of supplemental chromium on antibody responses of newly arrived feeder calves to vaccines and ovalbumin. *Can.J.Vet.Res.*, 60(2), 140-144.
176. Droke, E. A., & Loerch, S. C. (1989). Effects of parenteral selenium and vitamin E on performance, health and humoral immune response of steers new to the feedlot environment. *J.Anim.Sci.*, 67(5), 1350-1359.
177. Dubeski, P. L., d'Offay, J. M., Owens, F. N., & Gill, D. R. (1996). Effects of B vitamin injection on bovine herpesvirus-1 infection and immunity in feed-restricted beef calves. *J.Anim.Sci.*, 74(6), 1367-1374.
178. Callaway, T. R., Anderson, R. C., Edrington, T. S., Genovese, K. J., Harvey, R. B., Poole, T. L., et al. (2004). Recent pre-harvest supplementation strategies to reduce carriage and shedding of zoonotic enteric bacterial pathogens in food animals. *Anim.Health.Res.Rev.*, 5(1), 35-47.
179. Riley, D. G., Loneragan, G. H., Phillips, W. A., Gray, J. T., & Fedorka-Cray, P. J. (2008). Fecal shedding of foodborne pathogens by Florida-born heifers and steers in U.S. beef production segments. *J.Food Prot.*, 71(4), 807-810.
180. Duff, G. C. (2007). Integrating lifetime nutrition: from cow/calf to stocker to feedlot. *Vet.Clin.North Am.Food Anim.Pract.*, 23(2), 177-191
181. Lowrance, T. C., Loneragan, G. H., Kunze, D. J., Platt, T. M., Ives, S. E., Scott, H. M., et al. (2007). Changes in antimicrobial susceptibility in a population of *Escherichia coli* isolated from feedlot cattle administered ceftiofur crystalline-free acid. *Am.J.Vet. Res.*, 68(5), 501-507.
182. Kilgore, W. R., Spensley, M. S., Sun, F. S., Nutsch, R. G., Rooney, K. A., & Skogerboe, T. L. (2005). Therapeutic efficacy of tulathromycin, a novel triamilide antimicrobial, against bovine respiratory disease in feeder calves. *Vet.Ther.*, 6(2), 143-153.
183. Corrier, D. E., Purdy, C. W., & DeLoach, J. R. (1990). Effects of marketing stress on fecal excretion of *Salmonella* spp in feeder calves. *Am.J.Vet.Res.*, 51(6), 866-869.
184. Thompson, P. N., Stone, A., & Schultheiss, W. A. (2006). Use of treatment records and lung lesion scoring to estimate the effect of respiratory disease on growth during early and late finishing periods in South African feedlot cattle. *J.Anim.Sci.*, 84(2), 488-498.
185. Cole, N.A. (1985). Preconditioning calves for the feedlot. *Vet.Clin.North Am.Food Anim.Pract.*, 1(2), 401-411.
186. Pritchard, R. H., & Mendez, J. K. (1990). Effects of preconditioning on pre- and post-shipment performance of feeder calves. *J.Anim.Sci.*, 68(1), 28-34.
187. Schipper, C., Church, T., & Harris, B. (1989). A review of the Alberta certified preconditioned feeder program – 1980-1987. *Can.Vet.J.*, 30(9), 736-741.
188. Seeger, J. T., Grotelueschen, D. M., Stokka, G. L., & Sides, G. E. (2008). Comparison of feedlot health, nutritional performance, carcass characteristics and economic value of unweaned beef calves with an unknown health history and weaned beef calves receiving various herd-of-origin health protocols. *Bovine Practitioner*, 42(1), 27-39.
189. Step, D. L., Krehbiel, C. R., DePra, H. A., Cranston, J. J., Fulton, R. W., Kirkpatrick, J. G., et al. (2008). Effects of commingling beef calves from different sources and weaning protocols during a forty-two-day receiving period on performance and bovine respiratory disease. *J.Anim.Sci.*, 86(11), 3146-3158.
190. Avent, R. K., Ward, C. E., & Lalman, D. L. (2004). Market valuation of preconditioning feeder calves. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1), 173-183.
191. Macartney, J. E., Bateman, K. G., & Ribble, C. S. (2003a). Comparison of prices paid for feeder calves sold at conventional auctions versus special auctions of vaccinated or conditioned calves in Ontario. *J.Am. Vet.Med.Assoc.*, 223(5), 670-676.
192. Hodur, N. M., Leistriz, F. L., Nudell, D. J., Clark, C., Griffith, D., & Jensen, T. (2007). Northern great plains beef production: production and marketing practices of cow-calf producers. *Agribusiness & Applied Economics Report – Department of Agribusiness and Applied Economics, North Dakota State University*, (609), 80.

193. Hasoksuz, M., Hoet, A. E., Loerch, S. C., Wittum, T. E., Nielsen, P. R., & Saif, L. J. (2002). Detection of respiratory and enteric shedding of bovine coronaviruses in cattle in an Ohio feedlot. *J.Vet.Diagn. Invest.*, 14(4), 308-313.
194. Booker, C. W., Schunicht, O. C., Guichon, P. T., Jim, G. K., Wildman, B. K., Pittman, T. J., et al. (2006). An evaluation of the metaphylactic effect of ceftiofur crystalline free acid in feedlot calves. *Vet.Ther.*, 7(3), 257-274.
195. Post, K. W., Cole, A., & Raleigh, R. H. (1991). In vitro antimicrobial susceptibility of *Pasteurella haemolytica* and *Pasteurella multocida* recovered from cattle with bovine respiratory disease complex. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 3, 124-126.
196. Watts, J. L., Yancey, R. J. J., Salmon, S. A., & Case, C. A. (1994). A 4-year survey of antimicrobial susceptibility trends for isolates from cattle with bovine respiratory disease in North America. *Journal of Clinical Microbiology*, 32, 725-731.
197. Clarke, C.R. (1996). Significance of bacterial culture and sensitivities in bovine respiratory disease. In: *Bovine Respiratory Disease*, Veterinary Learning Systems Co. Inc, 40-48.
198. Brown, E. M. & Nathwani, D. (2005). Antibiotic cycling or rotation: a systematic review of the evidence of efficacy. *J. Antimicrobial Chemotherapy*, 55, 6-9.
199. Brown, J. R., Faulkner, D., & Cmarik, G. (1989). The use of liquamycin LA-200 [oxytetracycline] in the prevention of the bovine respiratory complex. *Agri-Practice*. 1989,10: 4, 14, 16,
200. Hansen, D. E., Campbell, C. B., Boyle, J. M., Stefanides, N., Whitsett, D., & Williams, G. (1993). Comparison of ceftiofur with various antibiotic sulfadimethoxine combinations for the treatment of undifferentiated bovine respiratory disease. *Agri-Practice*, 14(3), 13-17.
201. O'Connor, A., Martin, S. W., Shewen, P., Harland, R., & Ribble, C. (2000). Elaborating on differences in the immune response to *Pasteurella haemolytica* and *Haemophilus somnus* as risk factors for bovine respiratory disease. *Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, USA, August 6-11 2000*. 2000.Id 468.4 Ref, 438-440.
202. CanFax. (2008). *Statistical Briefer*
203. Agriculture and Agri-Food Canada. (2006). *The beef and cattle industry in Argentina*. Retrieved February 24, 2009, from http://www.ats.agr.gc.ca/latin/4212_e.htm
204. Deblitz, C., Izquierdo, L., & von Davier, Z. (2004). *IFCN Beef Report*. IFCN Beef and Sheep Management, Braunschweig.
205. Statistics Canada. (2008). *Cattle statistics*
206. MacLachlan, I. (2001). *Kill and Chill, restructuring Canada's beef commodity chain*
207. Stockton, M. C., Wilson, R. K. & Stalker, L. A. (2008). *The cattle price cycle: revisited again*. Retrieved February 11, 2009, from <http://beef.unl.edu/beefreports/200835.shtml>
208. Agriculture and Agri-Canada Red Meat Market Information. (2008). *Annual Canada and United States Cattle/Beef Comparison*. Retrieved from: http://agr.gc.ca/redmeat/almr25cal_eng.htm
209. Haley, M. M. (2001). *Changing consumer demand for meat: the U.S example, 1970-2000* No. ERSWRS01-1). Economic Research Service, USDA.
210. FAO. (2006a). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization.
211. FAO. (2006b). *World agriculture: towards 2030/2050*. Rome: Food and Agriculture Organization.
212. Regmi, A., Deepak, M. S., Seale Jr, J. L., & Bernstein, J. (2001). *Cross-Country Analysis of Food Consumption Patterns* No. ERSWRS01-1) Economic Research Service, USDA.
213. United States Department of Agriculture (USDA, Economic Research Service). (2009). *Food Availability: Custom Queries*. Retrieved February 18, 2010, from <http://www.ers.usda.gov/Data/foodconsumption/>
214. Goodstadt, M & Kahan, B. (2007). Best Practices in Health Promotion: The Interactive Domain Model (IDM). Retrieved from: <http://bestpractices-healthpromotion.com/id12.html>
215. Siegel, J. D., Rhinehart, E., Jackson, M., & Chiarello, L. (June 2007). *Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings*

Annexe 1 : Bovins de boucherie en Amérique du nord

Cycle de production des bovins de boucherie en Amérique du Nord

Les parcs d'engraissement nord-américains pour bovins de boucherie se spécialisent en offrant des aliments à haute teneur énergétique à des milliers de jeunes bovins en croissance afin de produire le plus rapidement possible des bovins pouvant être commercialisés. Ces grandes entreprises nécessitant d'importants investissements achètent des veaux sevrés de six à huit mois, ou des veaux antenais âgés de 12 à 14 mois, et elles les nourrissent aux grains pendant de 60 jours à 12 mois en fonction de l'âge et du poids de l'animal à son arrivée (17). Les veaux sevrés sont achetés, souvent par l'entremise de mises aux enchères, auprès d'exploitations de naissance. Les veaux antenais sont achetés auprès de plus petits parcs d'engraissement intermédiaires qui préparent les veaux à recevoir des rations de grains au cours d'un processus appelé la semi-finition. Peu importe si les veaux ont été récemment sevrés ou soumis à une alimentation de semi-finition, ils sont tous obtenus et transportés aux parcs d'engraissement par voie terrestre au moyen de camions, et ils présentent une variété de caractères génétiques, nutritionnels, immunologiques et géographiques. La figure 1 illustre le cycle de production typique des bovins de boucherie.

Ainsi, de grands nombres d'animaux sensibles sont exposés à des maladies respiratoires et gastro-intestinales au cours des semaines précédant ou suivant leur arrivée au parc d'engraissement. Actuellement, les vaccins et les antimicrobiens à action prolongée administrés à leur arrivée aux parcs d'engraissement, en plus des quantités subthérapeutiques présentes dans les aliments du bétail, sont perçus comme les moyens les plus rentables de prévenir la maladie et de favoriser la prise de poids quotidienne moyenne.

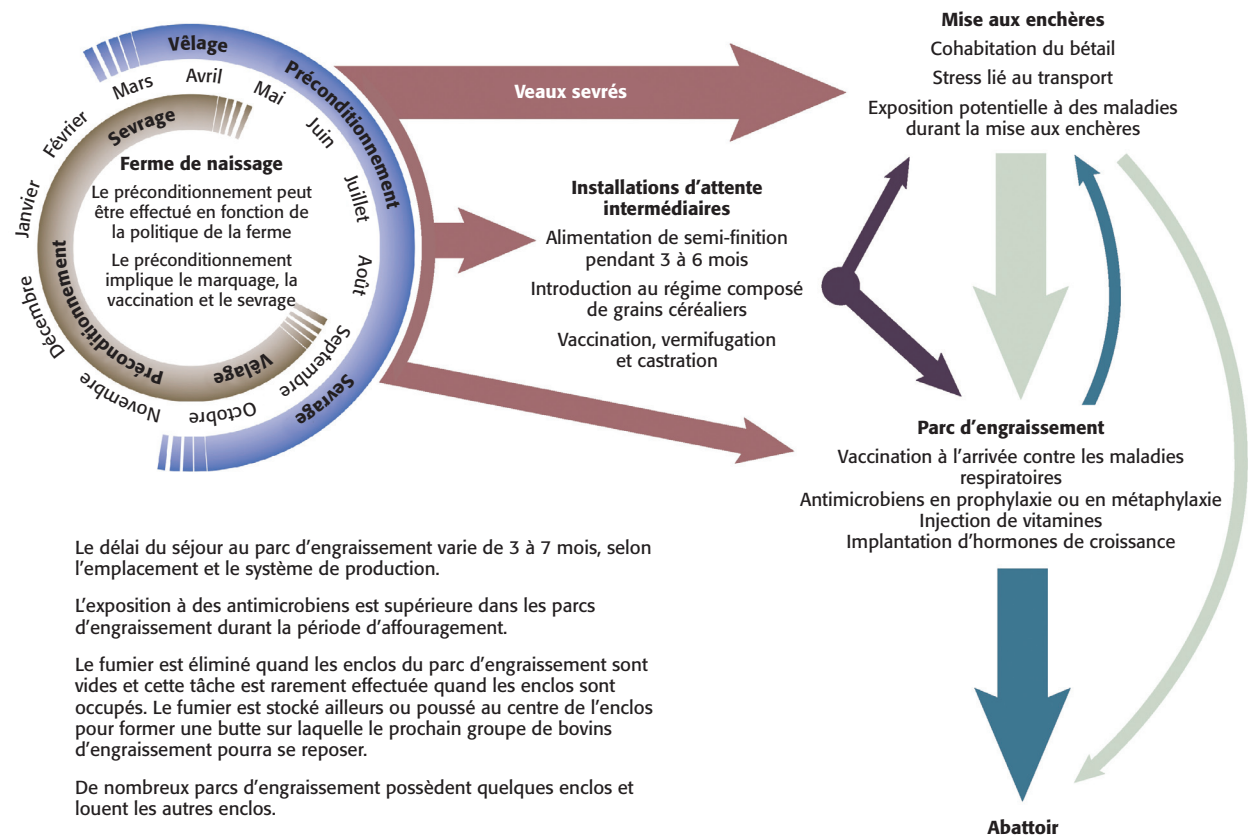
Les bovins de boucherie destinés à la consommation humaine ne sont pas tous élevés dans des parcs d'engraissement. Les bovins de boucherie peuvent être élevés en pâturages dans de petites fermes familiales et d'agrément, et ils peuvent être vendus sur place à la ferme ainsi qu'à des abattoirs ou des bouchers locaux. Les parcs d'engraissement de petites fermes et les entreprises de naissance accouplent et élèvent leurs propres génisses et bouvillons, produisant annuellement entre 100 et 1 000 têtes (17). Ces systèmes ont l'option de ne pas introduire d'animaux en provenance d'autres fermes ou de marchés aux enchères, ce qui diminue le risque de faire entrer des maladies dans la ferme.

Peu de pays ont amené les exploitations de parcs d'engraissement au niveau du Canada et des États-Unis. L'Argentine est le sixième producteur de bovins à l'échelle mondiale avec 53,8 millions de têtes de bovins (202) et la plupart de ces animaux sont élevés en pâturage. Sept pour cent des bovins d'Argentine sont élevés dans des parcs d'engraissement et seulement 26 000 des 250 000 fermes de bovins comptent plus de 500 têtes de bovins (203). Dans un système de production d'Espagne, un « intégrateur » achète des veaux de partout en Espagne et en Europe, puis il les distribue à raison d'une centaine à quelques centaines d'animaux à des fermiers qui finissent les veaux pour l'abattage (204). L'intégrateur assure tous les frais en matière de transport, de soins médicaux et de soins vétérinaires associés à l'élevage des bovins. Au Royaume-Uni et au Japon, un petit nombre d'animaux est habituellement soumis à la finition dans des unités individuelles intérieures (17). Contrairement aux parcs d'engraissement d'Amérique du Nord, d'autres systèmes de production peuvent combiner des opérations de finition de bovins et des exploitations de culture arable, des entreprises laitières ou d'autres exploitations d'élevage (204). Dans ces systèmes, seules quelques centaines de têtes de bovins seront élevées chaque année pour l'abattage. De plus, les systèmes de production décrits ci-dessus ont un faible coût en capital et peuvent finir de façon rentable une cohorte de bovins par année, tandis que les grands parcs d'engraissement d'Amérique

du Nord, qui sont hautement capitalistiques et ont une faible marge de retour, produiront annuellement jusqu'à 2,5 cohortes (17). Bien que les parcs d'engraissement capables de gérer de 5 000 à

20 000 animaux ou plus soient relativement courants dans certaines régions d'Amérique du Nord, ils sont relativement peu courants ailleurs.

Figure 1: Schéma représentatif de la production bovine présentant les principales voies du vêlage jusqu'à l'abattoir avec une représentation proportionnelle du nombre de bovins suivant chaque voie



Aperçu de l'industrie canadienne du bœuf

Au 1^{er} juillet 2008, on estimait qu'il y avait 15,1 millions de bovins au Canada, parmi lesquels on comptait environ 11,1 millions de bovins de boucherie (205). L'Alberta est le principal producteur de bovins de boucherie, puisque la province compte 40 % du cheptel total de bovins

du Canada (6,0 millions sur 15,1 millions de tête) et environ 44 % du cheptel de bovins de boucherie (4,9 millions sur 11,1 millions de têtes) (205). La figure 2 illustre la répartition de l'inventaire des bovins canadiens par province et par stade de production. De 2004 à 2007, une moyenne de 3,47 millions de têtes de bovins étaient engraisées pour l'abattage dans l'ensemble du Canada, dont 2,29 millions en Alberta seulement (tableau 14).

MacLachlan (206) affirme qu'en 1990, les 2,6 % de producteurs de bovins albertains qui engraisaient pour l'abattage plus de 1 000 bovins annuellement étaient responsables de 71,3 % des ventes totales de bovins dans cette province. En 2000, onze parcs d'engraissement ayant une capacité de plus de

20 000 têtes de bovins par exploitation pouvaient représenter jusqu'à 34,9 % (environ 796 000 têtes) de tous les bovins engraisés en Alberta, ce qui représente un nombre considérable des bovins qui sont élevés annuellement de façon intensive au Canada.

Figure 2 : Inventaire de bovins canadiens au 1er juillet 2008. La majorité des bovins du Canada est située en Alberta et en Saskatchewan, et ils sont composés en grande partie de vaches et de veaux de boucherie, suivis par des bouvillons et des génisses de boucherie destinées à l'abattage. Le Québec compte le plus grand nombre de vaches laitières. En Ontario, le nombre de vaches de boucherie et de vaches laitières est presque égal. Source : CanFax Statistical Briefer (202)

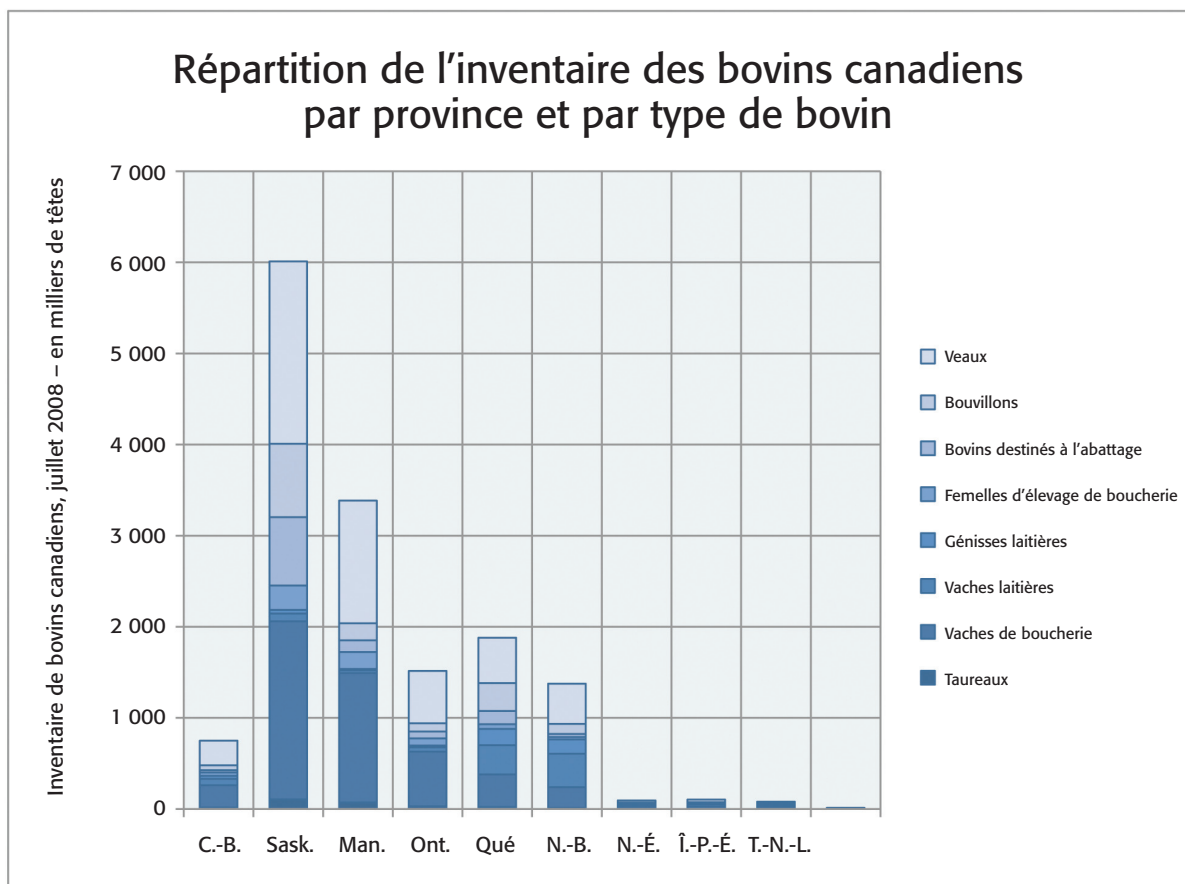


Tableau 14 : Estimations des bovins de boucherie canadiens, par province ou région géographique, qui étaient engraisés pour l'abattage entre 2004 et 2007. L'Alberta est le principal producteur de bovins engraisés.
Source : Canfax, AAC, Statistique Canada (202,203,205)

Production canadienne de bovins engraisés – par millier de têtes				
	2004	2005	2006	2007
Alberta	2 225,4	2 370,8	2 302,2	2 281,3
Ontario	712,9	698,6	685	672,4
Québec/Atlantique	59,7	80,4	116,3	137,6
Colombie-Britannique, Saskatchewan, Manitoba	398,9	402,7	347,9	367,9
Canada	3 396,9	3 552,5	3 451,4	3 459,2

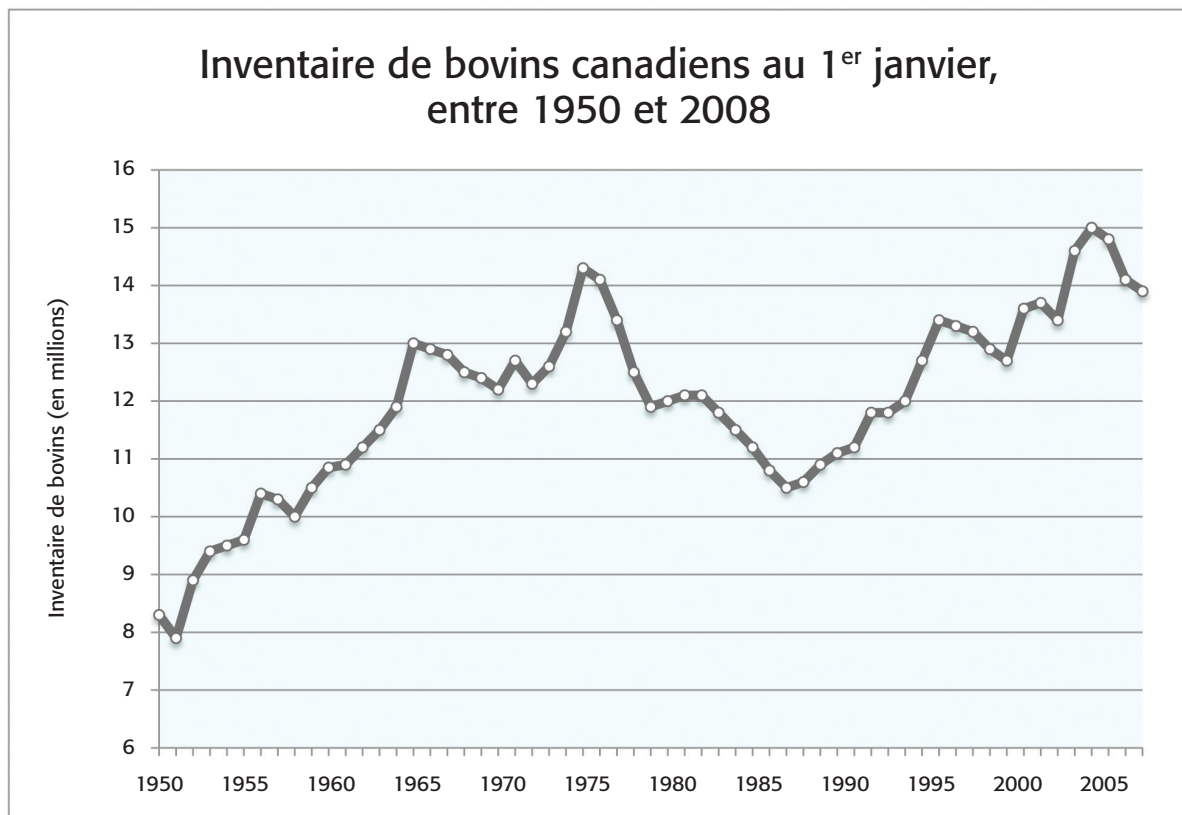
Le Canada se classe au 12^e rang pour la production de bovins de boucherie et a élevé 1,3 % de l'inventaire total mondial de bovins en date de janvier 2008. L'Inde, le Brésil, la Chine et les États-Unis étaient les quatre principaux producteurs de bovins, avec 278, 184, 140 et 98 millions de têtes de bovins, respectivement (202). En tant que troisième exportateur de bovins derrière le Brésil et l'Australie, le Canada a exporté 11 % des bovins à l'échelle mondiale, dont 95 % l'ont été vers les États-Unis (202).

Les inventaires de bovins sont fortement liés à l'offre et à la demande, et en Amérique du Nord, ils ont tendance à suivre les prix des bovins sur un cycle d'environ dix ans (207) (figure 3).

La fluctuation du prix des grains, les anomalies climatiques (206) et les épidémies de maladies (p. ex., encéphalopathie spongiforme bovine au Canada et fièvre aphteuse au Royaume-Uni) ont une incidence sur les inventaires de bovins. On a observé

un déclin de 4,3 % de l'inventaire de bovins au Canada entre le 1^{er} juillet 2007 et le 1^{er} juillet 2008, ce déclin étant en grande partie lié à la diminution de l'inventaire de vaches de boucherie (diminution de 4,7 % au cours de cette période) et à la diminution correspondante du nombre de veaux nés (une baisse de 4,8 %). Alors que le nombre de bovins destinés à la reproduction et au remplacement était aussi en baisse de 2 % en 2008 par rapport à 2007 (205), et en raison de contraintes biologiques limitant le nombre de veaux vivants à un par femelle viable du point de vue reproducteur, la reconstitution du cheptel se fera probablement lentement dans un avenir rapproché.

Figure 3 : Cycle des bovins canadiens au 1^{er} janvier, de 1950 à 2008. Source : Adapté de MacLachlan 2001 (206) et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Information sur le marché des viandes rouges (208)



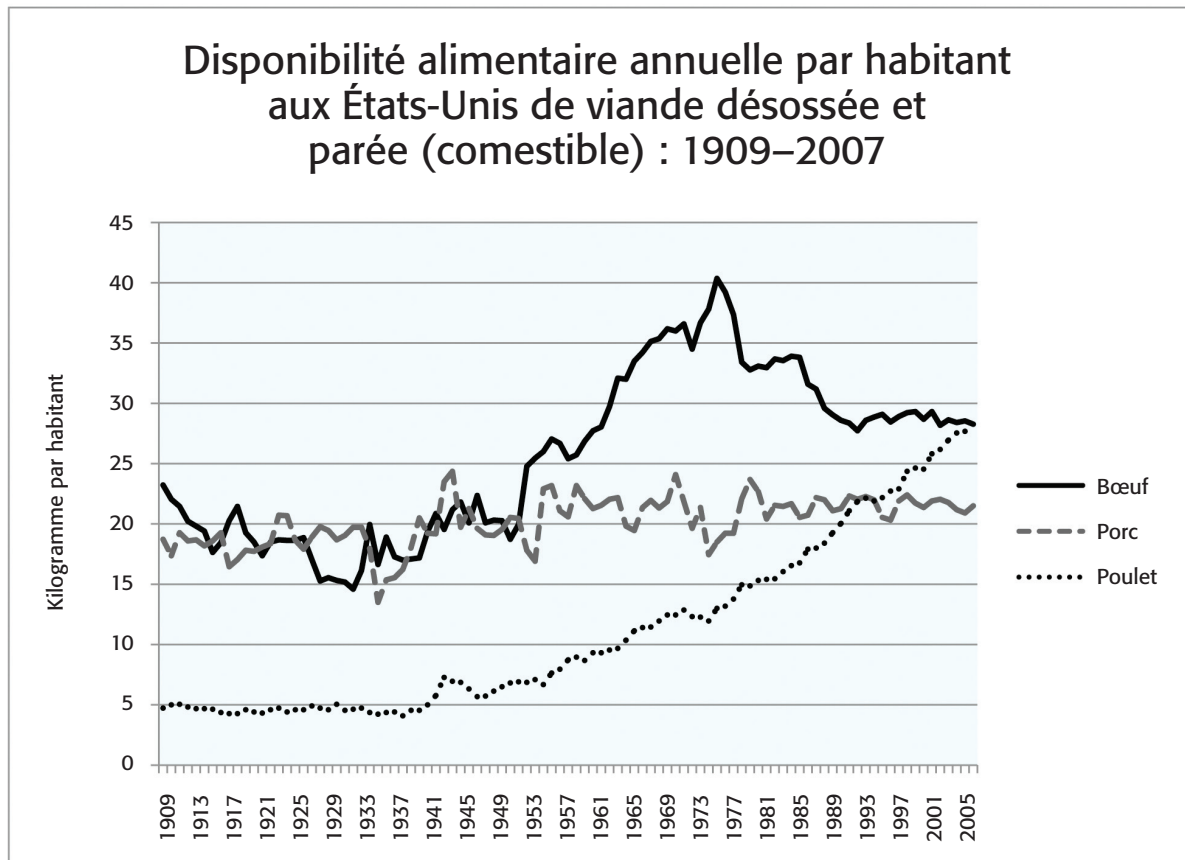
Tendances en matière de consommation de viande rouge

Parallèlement à l'augmentation de l'inventaire national de bovins et à la diminution du prix du bœuf, la disponibilité alimentaire aux États-Unis de viande rouge (bœuf) désossée et parée (comestible) est passée de 20 kg par habitant par année dans les années 1950 à plus de 40 kg par habitant au milieu des années 1970, avant de se stabiliser à environ 27 kg par habitant dans les années 1990 (figure 4). La consommation totale de viande a augmenté de façon constante depuis les années 1970 aux États-Unis et on prévoit que des tendances similaires seront observées à l'échelle internationale (209) au fur et à mesure que les pays à revenu intermédiaire,

principalement la Chine, le Brésil, la Corée, la Malaisie et le Chili, auront un revenu discrétionnaire supérieur (210–212). La hausse observée de la consommation totale de viande a été attribuée à une importante augmentation de la consommation de volaille par la population américaine (figure 4).

Parmi les causes probables de ce changement, on compte le prix relatif inférieur de la volaille, les changements de préférences de la part des consommateurs et les préoccupations en matière de santé favorisant la consommation de viandes contenant moins de cholestérol et de graisses saturées animales, ainsi que la diminution des temps libres familiaux – entraînant la consommation de repas exigeant moins de temps de préparation (209).

Figure 4 : Disponibilité alimentaire annuelle par habitant aux États-Unis de viande désossée, crue et parée comestible de 1909 à 2007. Les données ne tiennent pas compte de la consommation d'abats, d'os, de viscères et de gibier comestibles. La figure est basée sur des données non arrondies (213).



La consommation de viande par habitant dans les pays en développement, excluant la Chine et le Brésil, est actuellement estimée à 16 kg; cette consommation a le potentiel de doubler d'ici 2050 (211) bien qu'il soit peu probable que la consommation mondiale de viande affiche la même augmentation dramatique que celle observée en Chine (211). Des projections similaires ont été faites pour la production d'animaux d'élevage avec des augmentations relativement supérieures de la production prévues pour les pays en développement comparativement aux pays développés (210). À l'exception de quelques pays (principalement la Corée, le Japon, la Malaisie, le Koweït, l'Arabie

saoudite, le Mexique, le Brésil, Taïwan et la Chine), l'augmentation mondiale de la production et de la consommation d'animaux d'élevage découlera principalement de la croissance de l'industrie avicole (211). La FAO (211) a noté que dans les pays où la consommation de bœuf a augmenté, la production de bovins de boucherie n'a pas augmenté (le Brésil étant l'exception) et elle a conclu que c'était le résultat de l'importation de la viande rouge dans ces pays. Par conséquent, les pays exportateurs peuvent observer une hausse de leurs inventaires de bovins, non pas en raison d'une augmentation de la demande des consommateurs au sein du pays mais plutôt d'occasions commerciales mondiales.

Résumé

Avec l'augmentation de la demande mondiale pour les protéines de viande et du commerce international du bœuf, on prévoit que la production intensive de bovins devrait continuer à répondre à cette demande dans un avenir prévisible. De même, la résistance aux antimicrobiens résultant de l'utilisation d'antimicrobiens pour prévenir les maladies, contrôler les maladies et stimuler la croissance continuera d'être un problème en matière de production bovine et de perception pour la santé publique. Heureusement pour le Canada, la structure de l'industrie des parcs d'engraissement du Canada entraîne le contrôle des moyens de production chez un nombre relativement faible de producteurs, dont la plupart sont situés en Alberta et en Saskatchewan. Ainsi, en raison de cette structure, l'élaboration et la mise en œuvre de nouvelles pratiques exemplaires en matière de contrôle des infections permettrait d'observer des répercussions importantes sur la maîtrise de la résistance aux antimicrobiens. Certains gestionnaires de parc d'engraissement ont indiqué qu'ils étaient ouverts à l'idée d'évaluer et de modifier leurs comportements afin d'améliorer les résultats en matière de santé ou de rendement, en particulier en présence de preuves scientifiques solides (54) ou quand les consommateurs exercent des pressions en faveur d'un tel changement.

Annexe 2 : Points potentiels de contrôle des infections dans un parc d'engraissement pour bovins de boucherie

Les pratiques exemplaires sont des ensembles de procédures et d'activités qui correspondent aux valeurs/objectifs/codes d'éthique, aux théories/croyances, aux données probantes et à la compréhension de l'environnement et qui sont les plus susceptibles de permettre l'atteinte des objectifs dans une situation donnée (adapté de Goodstadt et Kahan (214)). Nous avons établi trois étapes pour l'établissement de meilleures pratiques de gestion possibles pour la prévention et le contrôle de la RAM dans les parcs d'engraissement : (1) passer en revue l'état actuel du contrôle de l'infection dans les parcs d'engraissement, (2) établir les pratiques représentant un intérêt pour l'industrie et les vétérinaires afin d'augmenter la possibilité qu'elles soient acceptées et adoptées, et (3) chercher des données probantes dans la documentation

scientifique à propos de l'efficacité possible des pratiques proposées.

Pour aider à gérer la morbidité et la mortalité dans les parcs d'engraissement, de nombreuses exploitations ont élaboré des programmes de gestion sanitaire et de production basés sur la surveillance active et la tenue de dossiers fiables. Idéalement, les objectifs consistent à maximiser la capacité de transformation des aliments afin de favoriser la croissance et le persillage de la viande, à réduire la morbidité et la mortalité associées à toute cause, à optimiser l'utilisation efficace d'antimicrobiens et de vaccins et à respecter des dispositions fédérales sur la qualité et l'innocuité des produits pour les consommateurs humains (17). Nombre de ces objectifs sont liés à la santé globale du troupeau et peuvent être atteints par la prévention de la maladie pour laquelle il existe un certain nombre de points de contrôle critique.

Dans le tableau 15, nous présentons les directives normalisées pour le contrôle des infections humaines dans un établissement de soins de santé et nous comparons ces directives aux méthodes de contrôle des infections disponibles pour les parcs d'engraissement pour bovins de boucherie.

Tableau 15 : Comparaison des points de contrôle des infections humaines dans une clinique ou un établissement de soins de santé (adapté de Siegel et al. (215)) et de possibles points de contrôle des infections dans un parc d'engraissement pour bovins de boucherie (adapté de Radostits (47))

Humains	Parcs d'engraissement pour bovins de boucherie
Mesures d'appoint	<ul style="list-style-type: none">• Métaphylaxie• Prophylaxie• Chimio prophylaxie• Vaccination• Additifs pour alimentation animale (pour favoriser la croissance et contrôler les maladies, p. ex., les abcès du foie)• Dépistage et restriction des mouvements chez les animaux malades• Abattage de tout animal réfractaire au traitement

Humains	Parcs d'engraissement pour bovins de boucherie
Mesures administratives	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure pour guider, appuyer et surveiller les stratégies de contrôle des infections • Communication efficace entre tous les niveaux de l'exploitation du parc d'engraissement • Ressources adéquates (financières, humaines, laboratoire, infrastructure) • Promotion de technologies encourageant le contrôle des infections
Éducation	<ul style="list-style-type: none"> • Éducation du personnel à propos de la surveillance, des syndromes, des principes et pratiques du contrôle des infections et des protocoles de traitement • Les préposés aux animaux doivent être renseignés et motivés • Protocoles de traitement écrits et procédures opérationnelles en cas d'épidémie
Mesures environnementales	<ul style="list-style-type: none"> • Aménagement paysager en vue de favoriser le bon drainage de l'eau et des résidus • Contrôle des insectes (vecteurs) • Contrôle des animaux sauvages (réservoir) • Protection contre le vent, le soleil, la neige et la pluie • Taille et disposition des enclos permettant l'accès au moyen de véhicules, le nettoyage adéquat des déchets et le déplacement efficace des animaux (sains, malades ou morts) • Disposition des enclos permettant l'accès au moyen de véhicules et la séparation des activités de déplacement « sales » et « propres » • Nettoyage et décontamination de tous les enclos et des convoyeurs à aliments entre les mises en place de cohortes • Nettoyage et décontamination des camions de transport
Hygiène des mains	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité et propreté de la litière et du couvre-sol
Gestion des visiteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Accès restreint • Protocoles en matière de biosécurité (documents d'inscription des visiteurs, référence et vérification des antécédents criminels pour les employés, agent de sécurité, clôture de périmètre, contrôle d'accès à l'entrée) • Obtention des antécédents des visiteurs quant aux déplacements internationaux et accès refusé à toute personne pouvant avoir été en contact avec des maladies animales exotiques • Port de vêtements/chaussures propres fournis et entretenus par la direction du parc d'engraissement

Humains	Parcs d'engraissement pour bovins de boucherie
Équipement et instruments/dispositifs pour le traitement des patients	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage et désinfection adéquate des enclos pour animaux malades ou mis en quarantaine ainsi que des instruments utilisés chez des animaux malades ou morts • Entretien régulier de l'équipement servant au traitement des animaux • Élimination des déchets organiques sur les instruments servant au traitement des animaux avant de les désinfecter/stériliser • Nettoyage et désinfection de l'équipement utilisé pour l'administration orale de traitements
Placement de patients	<ul style="list-style-type: none"> • Installation de quarantaine pour l'observation • Enclos pour animaux malades/aires de traitement pouvant héberger plusieurs groupes d'animaux • De préférence, regrouper les animaux en fonction de la source • Réduire au minimum le mélange d'animaux provenant de différentes sources • Isoler les animaux malades ou soupçonnés de l'être (p. ex., clôture empêchant les contacts avec les animaux sains)
Équipement de protection individuel	<ul style="list-style-type: none"> • Vêtements de protection individuels (p. ex., gants) pour éviter de transmettre des agents pathogènes à des animaux sains
Pratiques de travail sécuritaires	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'utilisation hors étiquette • Respect des périodes de retrait pour l'utilisation de médicaments avant l'abattage • Éviter l'utilisation inutile de vaccins, d'antimicrobiens utilisés de façon prophylactique et d'anthelminthiques • Entretien adéquat des chutes à bétail et des installations d'attente pour le bétail
Déchets solides	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des déchets et du fumier
Surveillance	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification quotidienne des enclos • Surveillance syndromique pour les animaux malades • Définition de cas normalisée • Surveillance ciblée sur les veaux à risque élevé âgés de plus d'un an et sur les animaux arrivés récemment • Analyse-diagnostique rapide (p. ex., thermomètre électronique) si disponible pour guider les plans de traitement • Communication des résultats aux préposés aux enclos et au personnel de la santé • Tenue de dossier fiable

Humains	Parcs d'engraissement pour bovins de boucherie
Textiles et buanderie	<ul style="list-style-type: none"> • Ne s'applique pas
Transport des patients	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les facteurs stressants inutiles • Manipulation et contention adéquates • Repos adéquat • Accès adéquat à l'eau et à la nourriture • Protection contre les conditions météorologiques
Déroulement du travail	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des cohortes d'animaux selon le principe tout plein – tout vide • Déplacement des travailleurs des zones « propres » aux zones « sales » (p. ex., aucun retour à partir des enclos de soins vers les enclos d'alimentation)
Autre	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la RAM • Maintien de densités de population adéquates maximisant la production mais minimisant le stress inutile et la morbidité • Identification et abattage des animaux infectés au sein d'un troupeau • Sélection génétique pour la résistance à des maladies infectieuses • Éradication dans certaines conditions, p. ex., maladies animales exotiques (destruction/élimination de tous les animaux infectés d'un point de vue clinique et des animaux sains exposés à la maladie dans un cheptel touché)

Le tableau 15 présente une liste hypothétique de points cibles de contrôle de l'infection possibles dans les parcs d'engraissement modernes. **On ne sait pas exactement quelle proportion de ces points de contrôle est ciblée de façon régulière ni quelle combinaison de cibles de contrôle entraîne la plus grande réduction des cas d'infection.** Une récente étude (159) nous révèle une évaluation pessimiste. En effet, les auteurs ont sondé le personnel de 106 employés de parcs d'engraissement des États-Unis et ils ont noté que la connaissance et l'application des contrôles de biosécurité étaient généralement faibles et inférieures dans les plus petits parcs d'engraissement. Ils ont observé de nombreuses occasions de contamination croisée entre des animaux malades et des animaux sains ainsi que de nombreuses occasions

d'introduire des agents pathogènes dans les parcs d'engraissement.

Au moment d'élaborer le tableau 15, nous nous sommes grandement basés sur le rapport du Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (214), qui est disponible en ligne sur le site des Centres for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/pdf/guidelines/Isolation2007.pdf>). Ce document a été choisi puisqu'il a été publié il y a relativement peu de temps, sa portée est vaste et il évalue le contrôle des infections pour un certain nombre d'établissements et de circonstances. L'article de Siegal *et al.*, qui est peut-être encore plus important et plus en phase avec nos objectifs (215), met l'accent sur les options pouvant remplacer l'utilisation

d'antimicrobiens, ce qui devait, selon nous, nous donner des mesures de contrôle des infections éprouvées par rapport auxquelles il était possible de comparer les normes de pratique dans l'industrie des parcs d'engraissement. De façon très large, nous avons classé les points de contrôle humains d'après les termes utilisés par Siegal *et al.* (215). Nous avons ensuite caractérisé les procédures de contrôle des infections dans les parcs d'engraissement sur la base des catégories humaines avec l'intention de quantifier ultérieurement le nombre de fois où certains points de contrôle ont été abordés et évalués dans la documentation scientifique. Après avoir terminé notre examen, il est devenu plus ou moins apparent que la majorité des documents scientifiques disponibles sur le contrôle des maladies dans les parcs d'engraissement portaient sur ce que l'on considère comme des mesures d'appoint dans les politiques de contrôle de l'infection humaine, soit la métaphylaxie, la prophylaxie, la vaccination et la mise à la réforme (isolement et retrait) des individus réfractaires au traitement. Dans les normes humaines, les mesures d'appoint sont utilisées en dernier recours, tandis que le contrôle des infections dans les parcs d'engraissement a tendance à être utilisé en première intention.

Annexe 3 : Stratégie de recherche dans medline (Ovid)

Ensemble de termes n° 1

1. (animal adj1 feed\$ adj1 operation\$).mp.
[mp=title, original title, abstract, name of substance word, subject heading word]
2. (AFO or CAFO or parc d'engraissement\$ or feedyard\$ or (feed adj1 yard\$) or (intensive adj1 feed\$) or (intensive\$ adj1 fed) or lotfeed\$).mp
3. (feeder adj1 (cattle or calf or calves or cow\$ or heifer\$ or steer\$)).mp.
4. 1 or 2 or 3

Ensemble de termes n° 2

5. (backgrounding or stocker).mp.
6. ((source or procure\$) adj1 (cattle or calf or calves or cow\$ or heifer\$ or steer\$)).mp.
7. ((hazard adj1 analysis adj1 critical adj1 control adj1 point\$) or (movement adj1 control) or mixing or (pen adj1 check\$) or (pen adj1 management) or (pen adj1 condition\$) or (sick adj1 pen\$) or (chronic adj1 pen\$)).mp.
8. (biosecurity or haccp or detect\$ or monitor\$ or prevent\$ or disinfection or quarantine or surveillance or vaccination\$ or vaccine\$ or immunization\$ or intervention\$).mp.
9. exp Communicable disease control/ or Infection control/ or Disinfection/ or Patient isolation/ or Environmental monitoring/ or Quarantine/ or exp Risk management/ or Animal hospital/ or Population surveillance/ or Sentinel surveillance/ or exp Immunization/ or Vaccination/ or exp Vaccines/ or Hygiene/ or exp Animal feed/ or Housing, Animal/ or Animal husbandry/ or Inservice training/

10. (effluent or feces or faeces or fecal of faecal or groundwater or manure or lagoon\$ or sediment\$ or sewage or slurry or slurries or (surface adj1 water) or urine or urinary or (waste adj1 management) or wastewater).mp.

11. Feces/ or Manure/ or Sewage/ or Urine/ or Waste management/

12. (indicator\$ or predictor\$).mp. or exp risk/

13. 5 or 6 or 7 or 8 or 9 or 10 or 11 or 12

Ensemble de termes n° 3

14. resistan\$.mp.

15. drug resistance, microbial/ or drug resistance, bacterial/ or beta-lactam resistance/ or cephalosporin resistance/ or penicillin resistance/ or ampicillin resistance/ or chloramphenicol resistance/ or drug resistance, multiple, bacterial/ or tetracycline resistance/ or drug resistance, multiple/

16. ((antibacterial or anti-bacterial or antibiotic or anti-biotic or antimicrobial or anti-microbial or multidrug or multi-drug) adj2 (resistan\$ or susceptib\$)).mp.

17. ((bacterial or microbial) adj2 drug adj2 (resistan\$ or susceptib\$)).mp.

18. (amr or mdr).mp.

19. ((amikacin or ampicillin or apramycin or azithromycin or bacitracin or cephalothin or ceftriaxone or ceftiofur or chloramphenicol or chlortetracycline or ciprofloxacin or coccidiostats or doxycycline or erythromycin or florfenicol or fluoroquinolone or gentamycin or ionophores or monensin or lasalocid or lincomycin or meropenem or nalidixic acid or nalidixic or neomycin or oxytetracycline or spectinomycin or spiramycin or sulphamethoxazole or sulfamethazine or sulfisoxazole or tetracycline or tilmicosin or tylosine phosphate or tylosine or virginiamycin) adj2 (resistan\$ or susceptib\$)).mp.

20. 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19

21. (growth adj1 promot\$).mp. and 20

22. 20 or 21

Ensemble de termes n° 4

23. Antibiotic prophylaxis/ or (mass adj1 medication\$).mp. or metaphylactic.mp. or metaphylaxis.mp. or prevent\$.mp. or prophylactic.mp. or prophylaxis.mp. or subtherapeutic.mp. or subinhibitory.mp.

Ensemble de termes n° 5

24. (implementation adj1 strateg\$).mp.

25. Drug administration schedule/ or Pulse Therapy, Drug/ or Drug therapy, combination/ or Drug Delivery Systems/

26. ((amikacin or ampicillin or apramycin or azithromycin or bacitracin or cephalothin or ceftriaxone or ceftiofur or chloramphenicol or chlortetracycline or ciprofloxacin or coccidiostats or doxycycline or erythromycin or florfenicol or fluoroquinolone or gentamycin or ionophores or monensin or lasalocid or lincomycin or meropenem or nalidixic acid or nalidixic or neomycin or oxytetracycline or spectinomycin or spiramycin or sulphamethoxazole or sulfamethazine or sulfisoxazole or tetracycline or tilmicosin or tylosine phosphate or tylosine or virginiamycin) adj1 (administration or cycling or cycle\$ or dose or dosage or regime\$ or rotat\$ or protocol\$ or strateg\$ or 'use' or usage)).mp.

27. (((growth adj1 promot\$) or treatment\$ or therap\$ or antibacterial\$ or anti-bacterial\$ or antibiotic\$ or anti-biotic\$ or antimicrobial\$ or anti-microbial\$ or drug\$ or medication\$) adj1 (administration or cycling or cycle\$ or dose or dosage or regime\$ or rotat\$ or protocol\$ or strateg\$ or 'use' or usage)).mp.

28. 24 or 25 or 26 or 27

Annexe 4 : Stratégies de contrôle des maladies méritant un examen approfondi

Les stratégies suivantes sont basées sur des points de contrôle prioritaires hypothétiques pour un parc d'engraissement d'Amérique du Nord comptant au moins 1 000 têtes de bovins de boucherie.

Catégorie de mesure	Points de contrôle	Stratégies
Gestion de la circulation microbienne pour réduire l'exposition	Barrières contre l'entrée de pathogènes dans le parc d'engraissement en assurant l'entrée de veaux en bonne santé	<ul style="list-style-type: none">• Programmes de préconditionnement où les producteurs de vaches et de veaux reçoivent un montant d'argent pour les veaux vaccinés• Plans d'approvisionnement pour sélectionner des veaux moins susceptibles d'être malades au parc d'engraissement
	Barrières empêchant la propagation dans le parc d'engraissement en gérant la circulation des animaux dans le parc d'engraissement	<ul style="list-style-type: none">• Optimisation du tri, du mélange et de la circulation des animaux sains afin de répondre aux objectifs de production tout en réduisant le stress et les occasions de transmission de pathogènes subcliniques• Élaboration de plans de gestion de la population dans les périodes à haut risque pour permettre la modification flexible de la densité des enclos en réponse à des changements sur le plan de la morbidité• Contrôle des déplacements et mélange des animaux malades dans les enclos et les enclos de soins• Contrôle des opérations pour la direction des travailleurs durant les périodes à haut risque afin de réduire le stress imposé aux nouveaux arrivants tout en gérant la population déjà en place de bovins sains et malades

Catégorie de mesure	Points de contrôle	Stratégies
Réduction de l'utilisation d'antimicrobiens	Rotation des antimicrobiens	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de l'utilisation de certains antimicrobiens pendant une période donnée pour la métaphylaxie, la prophylaxie et le traitement pharmacologique
	Utilisation judicieuse des antimicrobiens	<ul style="list-style-type: none"> • Culture et sensibilité d'agents pathogènes à certains antimicrobiens avant l'utilisation • Dose d'antimicrobiens et durée de traitement appropriées • Antimicrobiens à utilisation unique et à action prolongée comparativement à des antimicrobiens à utilisation multiple et à action rapide
	Arrêter l'ajout d'antimicrobiens aux aliments du bétail	<ul style="list-style-type: none"> • Établir les périodes à haut risque afin de permettre l'utilisation limitée et stratégique pendant une portion réduite du cycle de production
	En plus des vaccins, approches ne comprenant pas d'antimicrobiens pour la prévention, le traitement ou la récupération en cas de pneumonie	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégies liées aux suppléments nutritifs ou aux aliments du bétail
Sensibilité réduite à des maladies infectieuses	Réduire les facteurs stressants durant les périodes de haut risque de maladie infectieuse	<ul style="list-style-type: none"> • Approches comportementales pour aider les veaux à se nourrir des aliments du bétail dès leur arrivée (p. ex., entraîner les veaux à se rendre au convoyeur à aliments) • Formation de la cohorte de l'enclos au parc d'engraissement – comment optimiser le temps requis pour établir la hiérarchie sociale • Gestion environnementale pour faire face aux facteurs stressants indésirables
Surveillance stratégique	Nouvelles méthodes pour l'utilisation efficace du matériel de surveillance à des fins de contrôle des infections	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégies en matière d'autopsie pour les grands parcs d'engraissement • Évaluation améliorée de l'information « en temps réel »



**Centre de collaboration nationale
des maladies infectieuses**

**National Collaborating Centre
for Infectious Diseases**

445, avenue Ellice, bureau 413, Winnipeg (Manitoba) R3B 3P5
Téléphone : 204 943 0051 Télécopieur : 204 946 0927 www.ccnmi.ca