Document généré le 11 oct. 2024 22:16

Le Naturaliste canadien

Réponses comportementales de cerfs de Virginie à la suite de la construction d'une autoroute traversant leur aire d'hivernage au Québec

Maxime Lavoie, Sylvie Desjardins, Benoit Langevin, Serge Couturier, Jacques Bélanger, François Hudon, Claude Daigle, Sylvain St-Onge et Jacques Fortin

Volume 136, numéro 2, printemps 2012

Routes et faune terrestre : de la science aux solutions

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1009107ar
DOI : https://doi.org/10.7202/1009107ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (imprimé)
1929-3208 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Lavoie, M., Desjardins, S., Langevin, B., Couturier, S., Bélanger, J., Hudon, F., Daigle, C., St-Onge, S. & Fortin, J. (2012). Réponses comportementales de cerfs de Virginie à la suite de la construction d'une autoroute traversant leur aire d'hivernage au Québec. *Le Naturaliste canadien*, *136*(2), 54–60. https://doi.org/10.7202/1009107ar

Résumé de l'article

Des clôtures hautes de 2,4 m, 5 passages inférieurs pour la faune et 30 sautoirs ont été aménagés sur 6,5 km d'un nouveau tronçon d'autoroute traversant l'aire d'hivernage de cerfs de Virginie de la rivière Calway, en Beauce. Un suivi de 7 ans, commencé environ 1 an avant le début des premiers travaux, a porté sur les effets de cette route sur l'utilisation de l'habitat hivernal par les cerfs et sur l'efficacité des mesures d'atténuation. Ces mesures se sont avérées efficaces pour limiter le nombre de collisions impliquant le cerf et elles devraient être intégrées aux futurs projets routiers. Les passages fauniques ont tous été utilisés par les cerfs soit durant la période d'hivernage (1), soit durant les migrations (4). De façon générale, les cerfs sont restés fidèles à leur habitat hivernal, mais les individus qui occupaient l'emprise avant son déboisement ont modifié l'emplacement et la superficie de leur domaine vital. La superficie et le recouvrement interannuel du ravage n'ont pas changé significativement pendant notre étude, ni non plus la proportion des cerfs résidents et migrateurs. Pour ces derniers, la présence de la nouvelle route n'a pas semblé affecter le lieu de migration estivale. Aucun cerf suivi n'a été victime de collision routière. La principale cause de mortalité des cerfs pendant notre étude a été la chasse sportive.

Tous droits réservés © La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, 2012

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Réponses comportementales de cerfs de Virginie à la suite de la construction d'une autoroute traversant leur aire d'hivernage au Québec

Maxime Lavoie, Sylvie Desjardins, Benoit Langevin, Serge Couturier, Jacques Bélanger, François Hudon, Claude Daigle, Sylvain St-Onge et Jacques Fortin

Résumé

Des clôtures hautes de 2,4 m, 5 passages inférieurs pour la faune et 30 sautoirs ont été aménagés sur 6,5 km d'un nouveau tronçon d'autoroute traversant l'aire d'hivernage de cerfs de Virginie de la rivière Calway, en Beauce. Un suivi de 7 ans, commencé environ 1 an avant le début des premiers travaux, a porté sur les effets de cette route sur l'utilisation de l'habitat hivernal par les cerfs et sur l'efficacité des mesures d'atténuation. Ces mesures se sont avérées efficaces pour limiter le nombre de collisions impliquant le cerf et elles devraient être intégrées aux futurs projets routiers. Les passages fauniques ont tous été utilisés par les cerfs soit durant la période d'hivernage (1), soit durant les migrations (4). De façon générale, les cerfs sont restés fidèles à leur habitat hivernal, mais les individus qui occupaient l'emprise avant son déboisement ont modifié l'emplacement et la superficie de leur domaine vital. La superficie et le recouvrement interannuel du ravage n'ont pas changé significativement pendant notre étude, ni non plus la proportion des cerfs résidents et migrateurs. Pour ces derniers, la présence de la nouvelle route n'a pas semblé affecter le lieu de migration estivale. Aucun cerf suivi n'a été victime de collision routière. La principale cause de mortalité des cerfs pendant notre étude a été la chasse sportive.

Mots clés : aire d'hivernage, clôture à cervidés, mesure d'atténuation, passage faunique, route

Introduction

La construction d'une route peut entraîner divers impacts négatifs sur la faune ou ses habitats, notamment la perte directe et la fragmentation des habitats disponibles (Mansergh et Scotts, 1989), la création d'une barrière ou d'un filtre aux déplacements (Vos et Chardon, 1998), sans compter les mortalités par les collisions (Clevenger et Waltho, 2000 ; Cain et collab., 2003). Les ongulés, dont le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), sont fréquemment impliqués dans des accidents routiers qui engendrent des dommages matériels sérieux et des blessures ou même des décès chez les usagers de la route. Le risque de collisions avec des cerfs est particulièrement élevé pendant l'hiver si une route traverse leur aire d'hivernage (ravage). Parmi les méthodes utilisées pour réduire les risques d'accidents impliquant les ongulés, l'installation de clôtures adéquates couplée avec l'aménagement de passages fauniques est l'une des plus efficaces (Feldhammer et collab., 1986 ; Clevenger et collab., 2001). Ces mesures ont été intégrées au projet de prolongement autoroutier dans les limites du ravage de cerfs de Virginie de la rivière Calway, entre Saint-Joseph-de-Beauce et Beauceville, Québec, Canada. Un suivi des impacts du projet routier et de l'efficacité des mesures d'atténuation a été réalisé entre 2002 et 2009, conjointement par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et le ministère des Transports du Québec (Lavoie et collab., 2011). Les objectifs de l'étude étaient de : 1) vérifier si la présence de l'autoroute et des clôtures changeait les patrons d'utilisation du ravage par le cerf, 2) déterminer si la présence de l'autoroute et des clôtures modifiait le patron de migration vers les habitats d'été et 3) déterminer si les passages fauniques étaient utilisés par les cerfs.

Aire d'étude et projet routier

Le ravage Calway a été observé pour la première fois en 1989. Il occupait alors une superficie de 2,1 km^2. Cette aire d'hivernage s'est agrandie au cours des années suivantes, coïncidant avec l'augmentation de la densité des cerfs au Québec. Au début des années 2000, on évaluait la superficie du ravage à 15 km^2 et le nombre de cerfs le fréquentant à 300 (Tecsult Environnement inc., 2002). Le couvert forestier du ravage est composé de peuplements mixtes (69 %), de résineux (14 %) et de feuillus (14 %). Les principales essences d'arbres présentes sont l'érable à sucre (*Acer saccharum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), l'épinette blanche (*Picea glauca*), l'épinette rouge (*Picea rubens*) et le pin blanc (*Pinus strobus*). Les forêts du ravage sont de tenure privée et pour la plupart exploitées, créant un ensemble hétérogène de peuplements matures, jeunes et en régénération.

Maxime Lavoie a réalisé la synthèse de cette étude alors qu'il était contractuel à la Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats (DEFH) au ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) et à la Direction de la Chaudière-Appalaches au ministère des Transports du Québec (MTQ).

Sylvie Desjardins, Benoit Langevin et François Hudon ont participé à cette étude pour le compte du bureau régional de la Capitale-Nationale/Chaudière-Appalaches du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

Serge Couturier, Claude Daigle et Sylvain St-Onge travaillent à la DEFH du MRNF.

Jacques Bélanger et Jacques Fortin sont à la Direction de la Chaudière-Appalaches au ministère des Transports du Québec.
jacques.belanger@mtq.gouv.qc.ca

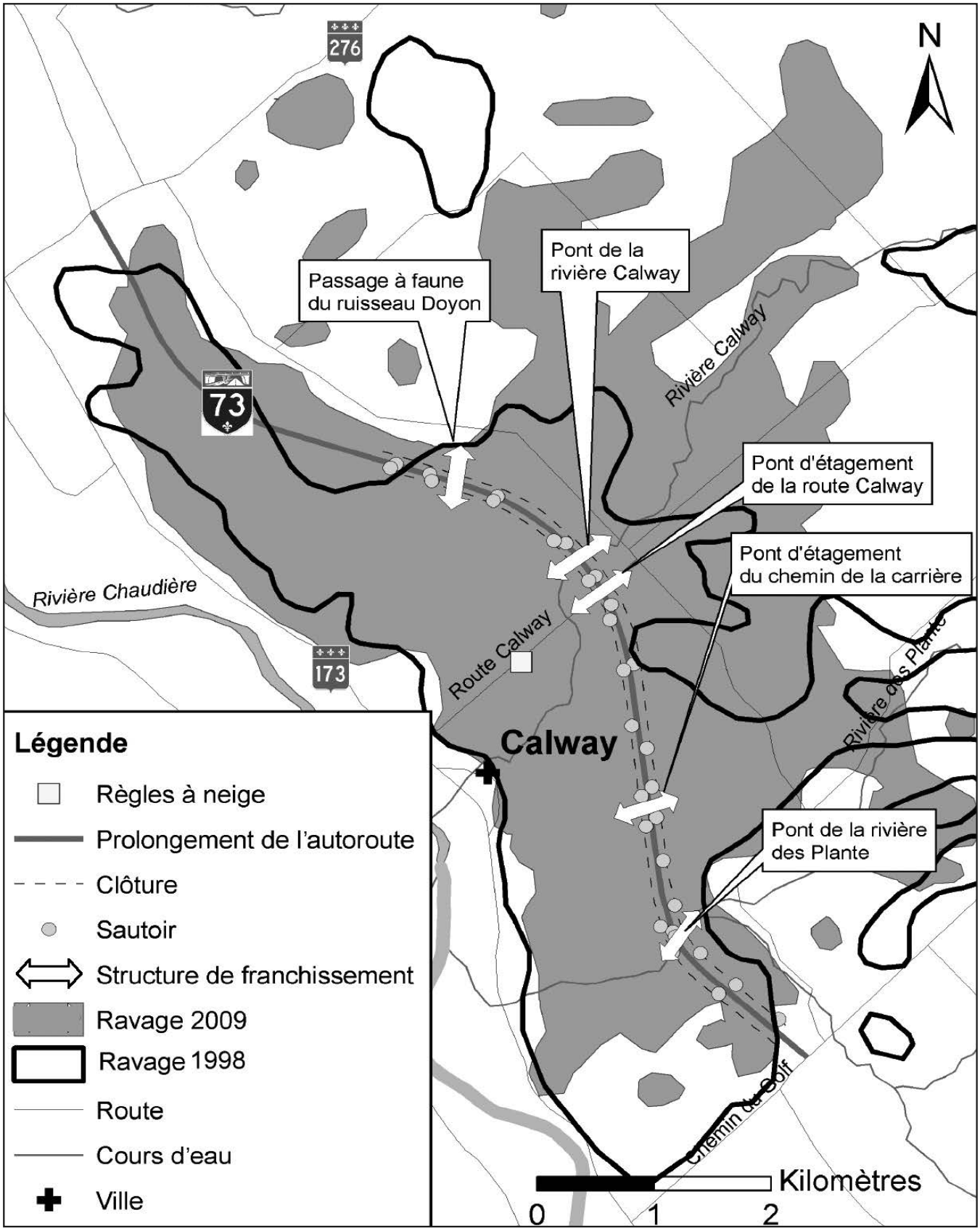

Figure 1. Ravage de cerfs de Virginie de la rivière Calway dans le secteur du prolongement de l'autoroute Robert-Cliche (73) en 2009 avec ses 5 passages fauniques, Saint-Joseph-de-Beauce, Québec.

La nouvelle route a été construite entre 2004 et 2007. Le débit de circulation à l'ouverture, en novembre 2007, était de 6 000 véhicules par jour. Le nouveau tronçon de l'autoroute Robert-Cliche (73) s'étend sur 10,4 km, entre Saint-Joseph-de-Beauce et Beauceville, Québec, Canada (figure 1). Sur les 6 premiers km au nord, une seule chaussée à 2 voies contiguës a été construite, alors que les 4 derniers km au sud comportent 2 chaussées de 2 voies chacune, séparées par un terre-plein central de 20 m. La largeur de l'emprise déboisée varie de 50 m à plus de 100 m.

Les clôtures et autres mesures d'atténuation ont été mises en place au moment de la construction routière. Une clôture à cervidés d'une hauteur de 2,4 m a été installée sur environ 6,5 km de chaque côté de l'autoroute. L'extrémité nord des clôtures comporte 2 sections de déviation de 185 m (ouest) et de 45 m (est) qui forment un angle aigu ou perpendiculaire avec l'axe de la route, de façon à obliger les cerfs qui la longent de l'extérieur à s'éloigner de la route. En raison de la configuration particulière du terrain à l'extrémité sud de la zone clôturée, il a été possible de fermer davantage l'accès aux cerfs, de telle sorte qu'il n'a pas été nécessaire d'ajouter des sections de déviation. Pour permettre la sortie des cerfs qui se seraient introduits dans la zone clôturée, 30 sautoirs (ou rampes de fuite) ont été aménagés, espacés de 800 m au plus. Le sautoir est un plateau surélevé à 1,5 m du sol, accessible au cerf via une pente douce (rampe) du côté de la route et vis-à-vis duquel la clôture est interrompue pour faciliter le saut vers la forêt (figure 2) ; il se termine, du côté opposé par un muret vertical dont la hauteur empêche le cerf de voir au-delà et le décourage de sauter en direction de la route. Cinq passages inférieurs ont été aménagés pour permettre aux cerfs de traverser sous l'autoroute (tableau 1). À l'origine, seulement 2 ponts d'étagement et 2 ponts allongés sur cours d'eau étaient prévus. Un cinquième passage a été ajouté près de l'extrémité nord des clôtures au ruisseau Doyon afin de restreindre la présence de cerfs au bout de la zone clôturée.

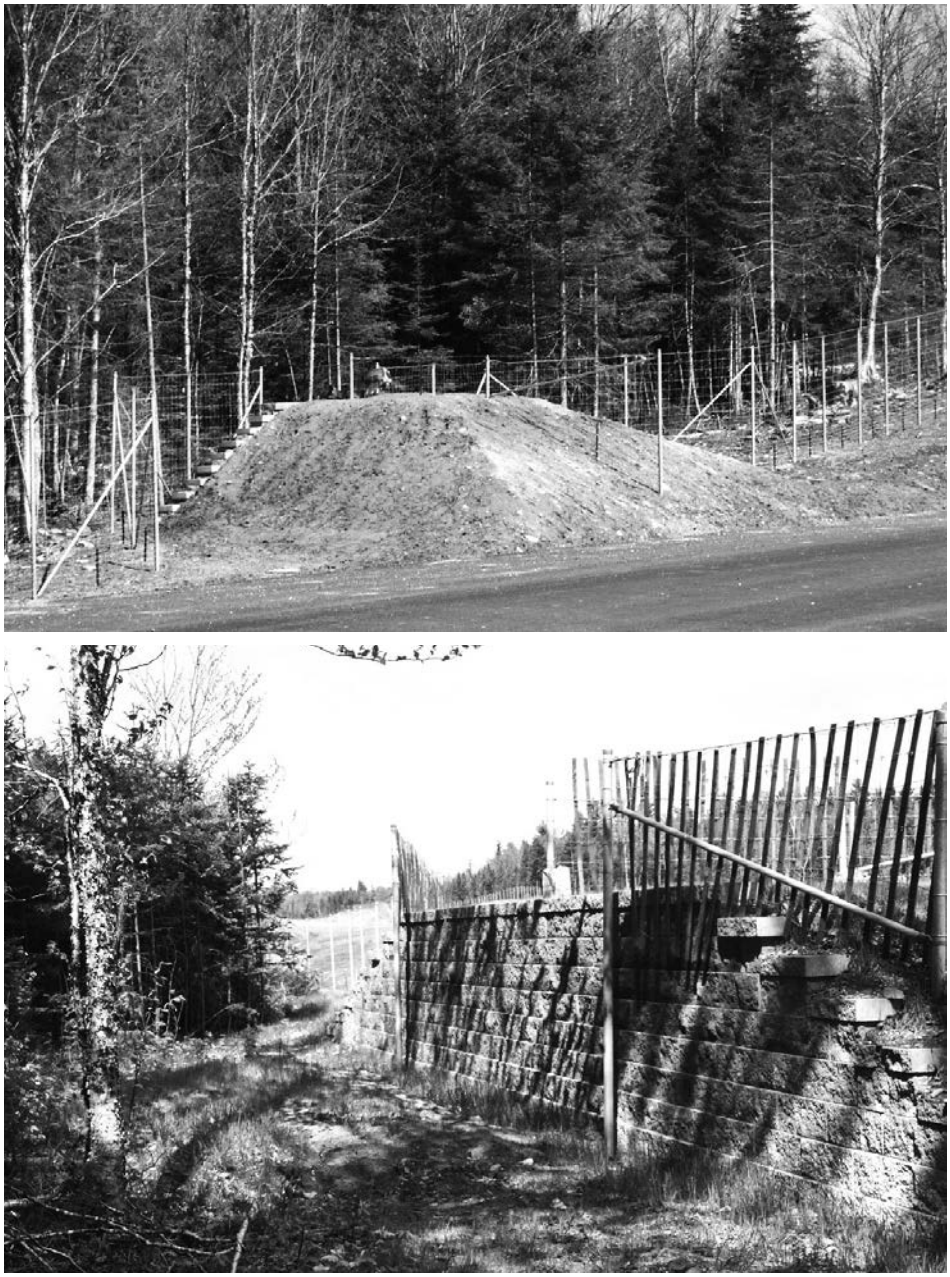

Figure 2. Un des 30 sautoirs installés dans le ravage de cerfs de Virginie de Calway dans le secteur du prolongement de l'autoroute Robert-Cliche (73), Saint-Joseph-de-Beauce, Québec. En haut : Vue de la pente douce du côté de l'autoroute. Ci-dessus : Vue du mur vertical du côté de la forêt.

Matériel et méthodes

Selon les conditions d'enneigement, 1 ou 2 inventaires aériens du ravage ont été menés chaque année afin de suivre l'évolution spatiale de l'aire d'hivernage (recouvrement interannuel) et de détecter des changements éventuels dans les effectifs de la population de cerfs. Un suivi radio-télémétrique a été réalisé pour étudier l'utilisation de l'espace par les cerfs. Au total, 224 cerfs ont été capturés entre 2003 et 2008 à l'aide de 13 cages Stephenson. Tous ont été marqués d'une étiquette à l'oreille et 131 d'entre eux

Tableau 1. Caractéristiques des passages fauniques pour le cerf de Virginie mis en place lors de la construction d'un nouveau tronçon routier de 10,4 km sur l'autoroute Robert-Cliche (73), entre Saint-Joseph-de-Beauce et Beauceville au Québec.

Site	Structure	Largeur libre (m)	Hauteur libre (m)	Longueur (m)	Ratio d'ouverture[1]
Ruisseau Doyon	portique en béton	10	5	13,4	3,7
Rivière Calway	pont	120	10,9	14,3	91,5
Route Calway	pont d'étagement	27,5	5	14,3	9,6
Chemin de la Carrière	2 ponts d'étagement	18	5,1	12,6 chacun	7,3
Rivière des Plante	2 ponts	177	14	12,6 chacun	196,7

[1] Ratio d'ouverture = (largeur*hauteur)/longueur du passage

ont été munis d'un collier-émetteur VHF. Le sexe et l'âge (faon ou adulte) des cerfs étaient déterminés sur la base de leur taille et de la présence de bois ou de leurs vestiges. Une trentaine d'individus étaient sous suivi radio-télémétrique en tout temps. Des repérages au sol furent réalisés 2 fois par semaine, entre le 1er janvier et la mi-avril, de 2003 à 2009, de façon à obtenir un minimum de 25 localisations par hiver pour chaque individu suivi. Des survols aériens complétèrent les données pour les individus non localisés par voie terrestre. Lors de mortalités de cerfs, la cause (p. ex.: chasse, prédation, inanition) était déterminée sur le terrain.

Deux localisations furent prises en juillet et en septembre afin de déterminer, s'il y a lieu, le statut migrateur des cerfs en plus de connaître le lieu de la migration. Nous avons identifié 3 niveaux de migration en fonction de la distance entre l'aire hivernale et l'aire estivale, soit supérieur à 10 km pour les cerfs migrateurs, entre 0,5 et 10 km pour les cerfs au statut intermédiaire et inférieur à 0,5 km pour les cerfs résidents. Le pourcentage de recouvrement interannuel des domaines vitaux a servi à estimer la fidélité des cerfs à leurs aires d'utilisation saisonnières. Les superficies et le recouvrement spatial des domaines vitaux ont été calculés avec l'extension Home Range Tool, suivant la technique du polygone convexe minimum à 95 % dans le logiciel ArcGIS 9.3 (ESRI, 2010).

La rigueur de l'hiver a été estimée grâce à un indice des conditions de neige qui tient compte de l'épaisseur de la neige et du degré d'enfoncement pour les cerfs. Ces données ont permis de calculer l'indice NIVA (Potvin et Breton, 1992). Les données de neige ont été recueillies toutes les 2 semaines dans le ravage pendant toute la durée de l'étude. Dans cette région du Québec, l'hiver est considéré comme rigoureux lorsque le NIVA est supérieur à 5 000 jours-cm, alors qu'il est considéré facile lorsque l'indice est inférieur à 3 000 jours-cm.

Les données d'accidents routiers sur le nouveau tronçon de route (10,5 km) du ravage de Calway, entre 2007 et 2009, ont été colligées à partir du Diagnostic de sécurité routière (DSR) et ont été comparées à celles d'autres tronçons de la région Chaudière-Appalaches qui sont situés dans les limites de 4 ravages de cerfs ou à moins de 500 m: Saint-Malachie (13,5 km), Rivière Famine (11,5 km), Armstrong (20,0 km) et Saint-Gédéon (24,2 km).

L'utilisation des aménagements par les cerfs a principalement été documentée à l'aide de relevés de pistes à partir de 2005. Le suivi des pistes était effectué une fois par semaine entre décembre et mai et 1 fois toutes les 2 semaines le reste de l'année. Les pistes étaient observées sur la neige si possible ou sur des sections recouvertes de sable qui avaient été aménagées durant la construction de la route. Les pistes ont été dénombrées dans 4 types de sites: à l'extrémité nord des clôtures, aux clôtures de déviation, aux 5 passages et aux 30 sautoirs. Grâce aux relevés de pistes, il a été possible de déterminer le taux de succès d'utilisation des sautoirs, à savoir si le cerf en avait utilisé un pour sortir de l'emprise clôturée.

Trois périodes ont été définies aux fins d'analyse, soit avant (de l'hiver 2003 à l'été 2004), pendant (de l'hiver 2005 à l'été 2007) et après la construction de la route (de l'hiver 2008 à l'été 2009). Les analyses statistiques furent effectuées avec SPSS (SPSS, 2009) et le seuil statistique de signification a été fixé à $\alpha = 0{,}05$. Les proportions décrivant le comportement des cerfs et l'importance des causes de mortalité ont été analysées avec le test de chi-carré (χ^2). Les moyennes sont présentées avec leur erreur type (e. t.) le cas échéant. Les caractéristiques des domaines vitaux et le comportement migrateur ont été évalués grâce à une analyse de modèles linéaires généralisés à effets mixtes. Pour cette analyse, les interactions ont été enlevées, car aucune ne s'est avérée significative. L'identité des cerfs a été considérée comme variable aléatoire afin de prendre en compte les mesures répétées sur un même individu et éviter ainsi les problèmes reliés à la pseudo-réplication.

Résultats

Utilisation de l'espace par les cerfs

Les inventaires aériens ont permis de déterminer que la superficie du ravage est demeurée relativement stable, entre 22 et 29 km^2. De même, le recouvrement interannuel n'a varié que de 57 à 61 % au cours des 3 périodes de l'étude. Les conditions nivales des hivers 2005 et 2007 ont été faciles (< 3 000 jours-cm) pour les cerfs tandis qu'ils furent de sévérité moyenne les autres années. L'hiver 2008 a été le plus rigoureux, avec 4 744 jours-cm d'enfoncement. Le pourcentage de recouvrement interannuel des domaines vitaux hivernaux a varié entre 22 et 27 % pendant les 3 périodes et n'a pas été affecté par le sexe ($F_{75;\,1}$ = 1,512, P = 0,223), l'âge ($F_{75;\,1}$ = 0,209, P = 0,649), la période ($F_{75;\,2}$ = 1,184, P = 0,325) ou l'état migrateur ($F_{75;\,2}$ = 0,910, P = 0,440) entre 2003 et 2009. De plus, entre 2005 et 2009, la présence de la route dans un domaine vital ($F_{66;\,1}$ = 1,982, P = 0,164) n'a pas affecté le taux de chevauchement du domaine vital hivernal au cours de l'année suivante. Durant

5 des 7 années étudiées, la taille moyenne des domaines vitaux hivernaux a varié entre 1,24 km^2 (e. t. = 0,19, n = 39) en 2008 et 1,34 km^2 (e. t. = 0,24, n = 33) en 2006, alors qu'en 2007 et 2009, elle fut de 3,20 km^2 (e. t. = 0,86, n = 33) et 2,79 km^2 (e. t. = 0,97, n = 19), respectivement ; l'influence de la variable année a été significative ($F_{164, 6}$ = 2,815, P = 0,012) mais pas celle de la période ($F_{168, 2}$ = 0,805, P = 0,449) ou de l'indice NIVA ($F_{167, 1}$ = 2,148, P = 0,145). Les domaines vitaux traversés par l'autoroute entre 2005 et 2009 avaient une superficie significativement plus grande (2,44 km^2; e. t. = 0,39, n = 88) que ceux qui ne l'étaient pas (1,19 km^2; e. t. = 0,17, n = 66 ; $F_{126; 1}$ = 12,398, P = 0,001). La distance entre les localisations estivales au cours d'étés successifs atteignit 1,35 km (e. t.= 0,7, n = 7), 1,13 km (e. t.= 0,3, n = 25) et 0,69 km (e. t.= 0,2, n = 18) pour les 3 périodes, respectivement ; le sexe ($F_{46; 1}$ = 0,351, P = 0,557), l'âge ($F_{70; 1}$ = 1,699, P = 0,197), la période ($F_{62; 2}$ = 1,550, P = 0,199) et l'état migrateur ($F_{58; 2}$ = 1,080, P = 0,375) n'ont pas affecté cette variable.

Mortalité des cerfs

Entre 2007 et 2009, le nombre d'accidents routiers impliquant le cerf de Virginie dans 4 tronçons routiers traversant ou longeant des ravages de la région a varié entre 0,43 et 1,67 accident/km/an. Dans l'aire d'étude, il fut de 0,19 accident/km/an et aucun accident impliquant le cerf de Virginie n'a été signalé dans les limites de la zone clôturée. La chasse a été la principale cause de mortalité des cerfs durant l'étude (53 %, n = 64, P < 0,001).

Réponses des cerfs à la nouvelle route et à ses aménagements

D'après les relevés de pistes, aucune intrusion de cerfs n'a été observée à travers, en dessous ou au-dessus de la clôture durant l'étude. Par contre, des cerfs ont pénétré dans l'emprise clôturée par les extrémités. Les cerfs qui ont choisi de retourner en forêt après avoir longé les clôtures de déviation au nord de la zone clôturée étaient 6 fois plus nombreux que ceux ayant choisi de se diriger vers la route (87 %, n = 67, P < 0,001). Après l'ouverture de l'autoroute à la circulation, 77 % des cerfs ayant rencontré un sautoir l'ont utilisé pour retourner en forêt. Le succès d'utilisation des sautoirs a été plus élevé en présence de circulation automobile qu'avant l'ouverture de la route (n = 65, P < 0,001) ou lors des hivers plus rigoureux comme celui de 2008 (n = 65, P < 0,001).

Les 5 passages fauniques n'ont pas été fréquentés uniformément par les cerfs (n = 1702, P < 0,001). Le passage situé sous le pont de la rivière des Plante a été le plus utilisé suivi de celui sous le pont de la rivière Calway, du passage faunique du ruisseau Doyon, du passage sous le pont de la route Calway et de celui sous le pont du chemin de la Carrière. Le passage de la rivière des Plante a été utilisé par les cerfs principalement durant l'hiver (figure 3), soit entre les mois de janvier et avril (68 %, n = 772, P < 0,001), alors que les autres l'ont été principalement lors des migrations (n = 538, P < 0,001). Cette période des migrations représentait 59 % de l'utilisation annuelle du passage de la rivière Calway, 54 % de l'utilisation du ruisseau Doyon, 76 % de celle de la route Calway et 90 % de celle du chemin de la Carrière.

Avant la construction de l'autoroute, 35 des 49 cerfs (71 %) qui portaient un collier émetteur occupaient en hiver un domaine vital incluant le futur emplacement de l'autoroute. Les autres cerfs avaient un domaine vital restreint à un seul côté de l'emprise, soit 12 (25 %) du côté est et seulement 2 (4 %) du côté ouest. Plusieurs cerfs ont modifié leur patron d'utilisation de l'aire d'hivernage pendant (n = 203, P < 0,001) et après (n = 203, P < 0,001) la construction de l'autoroute. En effet, les cerfs occupant un domaine vital incluant l'autoroute (grâce aux passages fauniques) sont passés à 26 (46 %), alors que ceux qui avaient leur domaine vital du côté est ont diminué à 7 (12 %) et ceux qui ne fréquentaient que le côté ouest ont augmenté à 24 (42 %). La proportion de cerfs résidents fréquentant le ravage toute l'année n'a pas changé significativement au cours des 3 périodes et atteignait 38 % (15 sur 39), 37 % (33 sur 90) et 41 % (22 sur 54) avant, pendant et après la construction de la route, respectivement (n = 183, P = 0,608).

Figure 3. Cerfs de Virginie utilisant, en hiver, le passage faunique sous le pont de la rivière des Plante dans le ravage de la rivière Calway, dans le secteur du prolongement de l'autoroute Robert-Cliche (73), Saint-Joseph-de-Beauce, Québec.

Discussion

Utilisation de l'espace par les cerfs

Pendant notre étude, la superficie de même que le pourcentage de recouvrement du ravage n'ont pas changé d'une année à l'autre. Ce pourcentage a varié entre 57 et 61 % et est semblable à ce qui a été noté dans les Adirondacks (Hurst et Porter, 2008). La population est demeurée relativement stable durant l'étude et une forte proportion (entre 83 et 95 %) des cerfs sont revenus au ravage Calway, comme nous l'avons observé ailleurs dans le nord-est de l'aire de répartition de l'espèce (Tierson et collab., 1985 ; Lesage et collab., 2000). La mise en circulation de la route n'a donc pas arrêté l'utilisation du ravage, ni fait déplacer les cerfs vers d'autres secteurs. Les cerfs ont démontré une fidélité à l'échelle de leurs domaines vitaux hivernaux respectifs, ce qui est typique de l'espèce dans le nord de son aire de répartition (Nelson et Mech, 1981). Le même phénomène a été observé au Montana où des wapitis (*Cervus canadensis*) sont demeurés fidèles à leur domaine vital malgré l'augmentation du dérangement humain (Edge et collab., 1985).

Généralement, les cerfs d'un même ravage migrent dans le même secteur en été (Tierson et collab., 1985 ; Nelson et Mech, 1981). La superficie de l'aire de distribution estivale, de même que le pourcentage de recouvrement interannuel sont restés assez stables pour les cerfs de Calway. De plus, la présence d'une nouvelle route n'a pas semblé affecter le lieu de migration des cerfs. Ceux-ci migraient à la même distance et aux mêmes sites chaque année. Il a d'ailleurs été démontré que la fidélité était plus grande au domaine vital estival qu'au domaine vital hivernal (Tierson et collab., 1985).

Au cours de notre étude, la superficie des domaines vitaux hivernaux est demeurée stable d'une période à l'autre et s'est avérée similaire à celle observée ailleurs en Amérique du Nord (Larson et collab., 1978 ; Tierson et collab., 1985 ; Lesage et collab., 2000). À l'échelle populationnelle, l'autoroute ne semble donc pas avoir eu d'effet négatif sur la taille moyenne des domaines vitaux des cerfs, une réponse similaire à celle observée chez les cerfs de la Floride (Braden et collab., 2008). Toutefois, à l'échelle individuelle, les cerfs ayant la nouvelle autoroute dans leur domaine vital occupèrent un domaine vital plus de 2 fois plus grand que les cerfs n'ayant pas la route dans leur domaine vital. Cette différence n'est pas simplement due à la perte directe d'habitat causée par la route puisque l'emprise de l'autoroute ne représente en moyenne que 0,4 km^2, soit 18 % des domaines vitaux qui la chevauchent. Il faut considérer également la zone de dérangement de part et d'autre de la route (Leblond et collab., 2011), ce qui ajoute encore à la superficie d'habitat dégradé et force les cerfs touchés à agrandir leur domaine vital.

Mortalité des cerfs

La présence de la route ne semble pas avoir affecté le taux de mortalité des cerfs de Calway. En effet, seulement 4 mortalités de cerfs par accident routier ont été répertoriées au cours des 2 années suivant l'ouverture de la nouvelle section de l'autoroute, et toutes se sont produites à l'extérieur de la zone clôturée. Lorsque l'on compare ce résultat au nombre d'accidents répertoriés ailleurs dans la région, on peut croire qu'il aurait pu survenir quelques dizaines d'accidents annuellement dans le ravage Calway. Le faible nombre d'accidents indique que les aménagements réalisés pour cette nouvelle section d'autoroute ont été efficaces. La principale cause de mortalité autant pour les mâles que pour les femelles a été, et de loin, la chasse sportive. Durant l'étude, aucune mortalité par prédation n'est survenue à proximité des passages fauniques indiquant que ces derniers n'étaient pas des pièges pour les proies (Little et collab., 2002).

Réponses des cerfs à la nouvelle route et à ses aménagements

Les aménagements réalisés afin de diminuer l'impact du nouveau tronçon routier sur les cerfs du ravage Calway (et du même coup, assurer la sécurité des usagers de la route) ont été un succès. La clôture à cervidés et les clôtures de déviation ont démontré leur efficacité, puisqu'aucune intrusion de cerfs sur la route n'a été observée. Ces aménagements sont efficaces et ils devraient être intégrés aux futurs projets d'aménagement routier. Les sautoirs ont été utilisés avec succès par les cerfs qui sont entrés dans l'emprise clôturée par les extrémités, surtout en 2008 et 2009. Néanmoins, le taux d'utilisation des sautoirs pour le cerf de Virginie observé au cours de notre étude ne fut pas aussi élevé que celui enregistré en Utah pour le cerf mulet (*O. hemionus*) dans des milieux ouverts (Bissonette et Hammer, 2000).

Les 5 passages fauniques ont été fréquentés par les cerfs. Le passage sous le pont de la rivière Calway ainsi que celui sous le pont de la rivière des Plante ont été les 2 passages les plus utilisés et ces sites étaient déjà très fréquentés lors des migrations avant la construction de l'autoroute. Cela démontre que des passages aménagés sous des ponts simples (rivière Calway) ou doubles (rivière des Plante) constituent des mesures efficaces d'atténuation pour favoriser le passage des cerfs en période de migration. L'emplacement, les caractéristiques physiques et l'utilisation humaine des structures sont cependant d'importantes variables à prendre en compte avant leur construction (Clevenger et Waltho, 2000). Le ratio d'ouverture ([largeur*hauteur]/longueur du passage) est une caractéristique souvent considérée dans la planification des passages fauniques étant donné que leur efficacité est positivement corrélée avec ce ratio (Reed et collab., 1975). Les passages fauniques construits dans le ravage Calway avaient un très grand ratio d'ouverture (≥ 3,7 ; tableau 1). Au Wyoming, les passages fauniques préférés par le cerf mulet possédaient un ratio d'ouverture supérieur à 0,8 (Gordon et Anderson, 2003).

Contrairement aux autres structures, le passage de la rivière des Plante a été fréquenté principalement en hiver et très peu durant les migrations. Ce phénomène peut s'expliquer par sa localisation, dans un endroit où l'autoroute coupe le ravage en 2 petits secteurs (figure 1). Les cerfs n'ont sans doute pas le choix d'utiliser ce passage en hiver pour satisfaire leurs besoins vitaux. Les cerfs ont tellement utilisé ce passage en

hiver qu'un sentier a été maintenu durant notre étude facilitant ainsi leurs déplacements (figure 3). Les cerfs ont plutôt traversé les autres structures lors des migrations et les ont beaucoup moins utilisées durant l'hiver. Nous ne connaissons pas les raisons expliquant ces différences temporelles dans l'utilisation des 5 passages.

Même si les cerfs sont demeurés fidèles à leur habitat hivernal, plusieurs individus ont dû modifier leur utilisation de l'espace après le début des travaux. Ainsi, avant la construction de l'autoroute, seulement 4 % des cerfs porteurs d'un collier télémétrique avaient un domaine vital à l'ouest de la future autoroute alors que ce pourcentage a augmenté à 42 % à la suite de sa construction. Cette réponse peut s'expliquer par la qualité de l'habitat puisqu'une étude antérieure du ravage a démontré que les peuplements forestiers compris dans la partie ouest étaient de meilleure qualité pour les cerfs (Hébert, 2003). Cette préférence oblige les cerfs migrateurs qui utilisent maintenant la partie ouest du ravage à franchir plus souvent l'autoroute quand ils vont vers leur habitat estival ou en reviennent, ce qui engendre une contrainte et un risque supplémentaires. Il se peut que cette préférence pour le côté ouest puisse conduire à une augmentation locale de la densité de cerfs avec un risque accru de dégradation de la végétation (Côté et collab., 2004).

Nous concluons qu'il est préférable d'éviter de fractionner les ravages de cerfs ou tout autre habitat faunique en y faisant passer une autoroute. Idéalement, la construction d'une route dans un habitat important pour la faune devrait être évitée. Toutefois, notre étude a permis de démontrer qu'il est possible, dans l'éventualité où une telle situation s'impose, de réduire les effets négatifs pour un grand mammifère, comme le cerf de Virginie, en aménageant des structures d'atténuation telles que des clôtures à cervidés équipées de sautoirs et de passages fauniques.

Remerciements

Les auteurs tiennent à souligner l'assistance de Réhaume Courtois, Yves Leblanc, Frédéric Hébert, Normand Desbiens et Robert Patenaude. Nous remercions Aurélie Renard, Michel Crête et Mathieu Leblond pour la révision de versions préliminaires de ce document. ◂

Références

BISSONETTE, J.A. et M. HAMMER, 2000. Effectiveness of earthen return ramps in reducing big game highway mortality in Utah. UTCFWRU Report Series, 2000 : 1-29.

BRADEN, A.W., R.R. LOPEZ, C.W. ROBERTS, N.J. SILVY, C.B. OWEN et P.A. FRANK, 2008. Florida Key deer *Odocoileus virginianus clavium* underpass use and movements along a highway corridor. Wildlife Biology, 14 : 155-163.

CAIN, A.T., V.R. TUOVILA, D.G. HEWITT et M.E. TEWES, 2003. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. Biological Conservation, 14 : 189-197.

CLEVENGER, A.P. et N. WALTHO, 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. Conservation Biology, 14 : 47-56.

CLEVENGER, A.P., B. CHRUSZCZ et K.E. GUNSON, 2001. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. Wildlife Society Bulletin, 29 : 646-653.

CÔTÉ, S.D., T.P. ROONEY, J.-P. TREMBLAY, C. DUSSAULT et D.M. WALLER, 2004. Ecological impacts of deer overabundance. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35 : 113-117.

EDGE, W.D., C.L. MARCUM et S.L. OLSON, 1985. Effects of logging activities on home-range fidelity of elk. Journal of Wildlife Management, 49 : 741-744.

ESRI, 2010. ArcGIS Desktop : Release 9. Environmental Systems Research Institute, Redlands.

FELDHAMMER, G.A., J.E. GATES, D.M. HARMAN, A.J. LORANGER et K.R. DIXON, 1986. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. Journal of Wildlife Management, 50 : 497-503.

GORDON, K.M. et S.H. ANDERSON, 2003. Mule deer use of underpasses in western and southeastern Wyoming. Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET). Center for Transportation and the Environment, Raleigh, p. 309-318.

HÉBERT, F., 2003. Le ravage de la Rivière Calway. État de situation et recommandations d'aménagement. Société de la faune et des parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Chaudière-Appalaches, Projet pilote de mise en valeur du cerf de Virginie, Saint-Romuald, 36 p.

HURST, J.E. et W.F. PORTER, 2008. Evaluation of shifts in white-tailed deer winter yards in the Adirondack region of New York. Journal of Wildlife Management, 72 : 367-375.

LARSON, T.J., O.J. RONGSTAD et F.W. TERBILCOX, 1978. Movement and habitat use of white-tailed deer in southcentral Wisconsin. Journal of Wildlife Management, 42 : 113-117.

LAVOIE, M., S. DESJARDINS, B. LANGEVIN, S. COUTURIER, J. BÉLANGER, C. DAIGLE, F. HUDON, S. ST-ONGE et J. FORTIN, (sous presse). Suivi des impacts de l'implantation d'une autoroute sur le cerf de Virginie – Autoroute Robert-Cliche (73), Saint-Joseph-de-Beauce et Beauceville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et ministère des Transports du Québec, Québec, 85 p. + annexes.

LEBLOND, M., J. FRAIR, D. FORTIN, C. DUSSAULT, J.-P. OUELLET et R. COURTOIS, 2011. Assessing the influence of resource covariates at multiple spatial scales : an application to forest-dwelling caribou faced with intensive human activity. Landscape Ecology, 26 : 1433-1446.

LESAGE, L., M. CRÊTE, J. HUOT, A. DUMONT et J.-P. OUELLET, 2000. Seasonal home range size and philopatry in two northern white-tailed deer populations. Canadian Journal of Zoology, 78 : 1930-1940.

LITTLE, S.J., R.G. HARCOURT et A.P. CLEVENGER, 2002. Do wildlife passages act as prey-traps? Biological Conservation, 107 : 135-145.

MANSERGH, I.M. et D.J. SCOTTS, 1989. Habitat continuity and social organization of the mountain pygmy-possum restored by tunnel. Journal of Wildlife Management, 53 : 701-707.

NELSON, M.E. et L.D. MECH, 1981. Deer social organization and wolf predation in northeastern Minnesota. Wildlife Monographs, 77 : 3-53.

POTVIN, F. et L. BRETON, 1992. Rigueur de l'hiver pour le cerf au Québec : description de l'indicateur prévisionnel NIVA et présentation d'un logiciel approprié. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Québec, 15 p.

REED, D.F., T.N. WOODARD et T.M. POJAR, 1975. Behavioral response of mule deer to a highway underpass. Journal of Wildlife Management, 39 : 361-367.

SPSS, 2009. SPSS Statistics 17 for Mac OS X. Chicago.

TECSULT ENVIRONNEMENT INC., 2002. Inventaire des pistes et des sentiers de cerfs de Virginie à l'hiver 2001-2002 dans le ravage de la Rivière-Calway. Étude d'impact sur l'environnement pour le prolongement de l'autoroute 73. Québec, 37 p.

TIERSON, W.C., G.F. MATTFELD, R.W. SAGE Jr. et D.F. BEHREND, 1985. Seasonal movements and home ranges of white-tailed deer in the Adirondacks. Journal of Wildlife Management, 49 : 760-769.

VOS, C.C. et J.-P.CHARDON, 1998. Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. Journal of Applied Ecology, 33 : 44-56.