

Répartition des caribous et des loups par rapport aux corridors linéaires

DISTRIBUTION OF CARIBOU AND WOLVES IN RELATION TO LINEAR CORRIDORS

ADAM R. C. JAMES,^{1,2} Department of Biological Sciences, CW 405 Biological Sciences Centre, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2E9, Canada

A. KARI STUART-SMITH,³ Alberta-Pacific Forest Industries, Box 8000, Boyle, AB T0A 0M0, Canada

JOURNAL OF WILDLIFE MANAGEMENT 64(1):154–159

Résumé

On suppose que les corridors linéaires (routes, sentiers, lignes sismiques et tracés de pipelines) augmentent la pression exercée par la chasse et la prédation humaines sur le caribou des bois (*Rangifer tarandus*). Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle les corridors linéaires affectent les activités des caribous et des loups en examinant la répartition de 2 616 localisations par télémétrie de caribous, 27 sites de mortalité de caribous, 592 localisations par télémétrie de loups (*Canis lupus*) et 76 sites où des loups avaient chassé de grands ongulés par rapport aux corridors linéaires dans l'aire de répartition du caribou et aux sites bien drainés du nord-est de l'Alberta. Sur les 98 caribous équipés d'un collier émetteur, 35 se trouvaient significativement plus loin des corridors qu'un emplacement aléatoire et seulement 3 étaient significativement plus proches. La différence moyenne entre les emplacements des caribous et les emplacements aléatoires (106 m) était significativement différente de zéro. Au sein de l'aire de répartition du caribou, les emplacements des loups étaient plus proches (134 m) des corridors linéaires qu'un emplacement aléatoire. Les sites de prédation des loups n'étaient pas significativement plus proches des corridors que ne l'étaient les emplacements des loups ou les points aléatoires. Les mortalités de caribous attribuées à la prédation par les loups étaient plus proches (316 m) des corridors linéaires que ne l'étaient les emplacements de tous les caribous vivants, ce qui indique que les caribous proches des corridors linéaires courent un risque plus élevé de prédation. Chaque mortalité de caribou attribuée à la prédation par les loups était plus proche d'un corridor que ne l'étaient leurs emplacements de télémétrie lorsqu'ils étaient vivants (différence moyenne = 204 m). Les cas de mortalité de caribous causés par l'homme étaient situés 174 m plus près des corridors que l'ensemble des localisations de caribous vivants, mais cette différence n'était pas significative. L'intensification de l'activité industrielle dans l'aire de répartition du caribou pourrait avoir un effet significatif sur la dynamique des populations de caribous en augmentant la prédation. Le développement de nouveaux corridors au sein de l'habitat du caribou devrait être minimisé et les corridors existants devraient être rendus inutilisables comme voies de déplacement afin de réduire les impacts du développement industriel sur les populations de caribous.

Mots-clés : Alberta, *Canis lupus*, perturbation humaine, chasse, corridors linéaires, mortalité, pipelines, prédation, *Rangifer tarandus caribou*, lignes sismiques, loups, caribou des bois.

INTRODUCTION

Les **corridors linéaires**, tels que les routes, les lignes sismiques, les lignes électriques et les emprises de pipelines, constituent un élément courant des activités industrielles dans les zones forestières. De nombreuses données indiquent que ces corridors peuvent avoir une incidence sur la répartition, les déplacements et la dynamique des populations de nombreuses espèces sauvages (Jalkotzy et al. 1997).

Les populations de caribous des bois en Alberta ont décliné au cours du siècle dernier (Edmonds 1988, mais voir Bradshaw et Hebert 1996) et sont actuellement classées comme menacées dans la réglementation de l'Alberta Wildlife Act. Le développement industriel croissant des industries pétrolière et forestière dans le nord-est de l'Alberta a suscité des inquiétudes quant aux effets potentiels de l'aménagement de **corridors linéaires** sur les populations de caribous des bois. La chasse par l'homme ou la prédation par les loups est souvent citée comme la principale cause de mortalité chez le caribou (Bergerud 1974, 1988 ; Fuller et Keith 1980 ; Johnson 1985 ; Edmonds 1988 ; Seip 1992). Les corridors linéaires peuvent faciliter l'accès aux chasseurs et, par conséquent, accroître la pression de chasse. Il a été émis l'hypothèse que les corridors linéaires pourraient également affecter la dynamique loup-proie (Bergerud et al. 1984, Edmonds et Bloomfield 1984). On signale souvent que les loups sont moins abondants dans les zones où les routes sont nombreuses (Thiel 1985, Jensen et al. 1986, Mech et al. 1988, Fuller 1989, Fuller et al. 1992) ; **cependant**, les routes et autres corridors peu fréquentés par les humains peuvent être attrayants pour les loups en tant que voies de déplacement faciles (Horejsi 1979, Edmonds et Bloomfield 1984, Eccles et Duncan 1986, Thurber et al. 1994).

Dans le nord-est de l'Alberta, la chasse par l'homme et la prédation par les loups ont représenté respectivement 19% et 56% de la mortalité des caribous entre 1991 et 1995 (Stuart-Smith et al. 1997). Dans cette région, les caribous habitent principalement de vastes zones de **tourbières** (Bradshaw et al. 1995, Stuart-Smith et al. 1997), tandis que les loups se trouvent le plus souvent dans les habitats environnants **bien drainés** (A. R. C. James, données non publiées). Il a été suggéré que les corridors linéaires pourraient offrir aux loups un accès accru à l'aire de répartition des caribous (Bergerud et al. 1984) et leur permettre de se déplacer plus rapidement dans leur environnement. Les populations de caribous sont stables ou en lent déclin dans le nord-est de l'Alberta (Stuart-Smith et al. 1997) ; **par conséquent**, de légers changements dans la pression exercée par la chasse ou la prédation pourraient avoir un effet significatif sur la dynamique des populations de caribous.

Afin de tester l'hypothèse selon laquelle les corridors linéaires influencent la répartition des caribous et leur risque de prédation ou de chasse, nous avons comparé la distance entre les emplacements de télémétrie des caribous et des loups et le corridor linéaire le plus proche, avec la distance entre des points aléatoires et le corridor linéaire le plus proche. Nous avons également comparé les distances par rapport aux corridors linéaires entre les sites de mortalité des caribous et les emplacements des caribous vivants, ainsi qu'entre les sites de prédation des loups et les emplacements des loups. Nos prédictions étaient les suivantes : (1) les emplacements des caribous sont plus éloignés des corridors linéaires que des points aléatoires, (2) les sites de mortalité des caribous sont plus proches des corridors linéaires que les emplacements des caribous vivants, (3) les emplacements des loups sont plus proches des

corridors linéaires que des points aléatoires, et (4) les sites de prédation des loups sont plus proches des corridors linéaires que les emplacements des loups. Ce projet a été mené dans le cadre d'une étude à long terme sur le caribou des bois dans le nord-est de l'Alberta, en cours depuis 1991 (Bradshaw 1994 ; Bradshaw et al. 1995, 1997, 1998 ; Stuart-Smith et al. 1997).

ZONE D'ÉTUDE

Cette étude a été menée dans le nord-est de l'Alberta, au Canada (56° N, 112° O), sur une superficie d'environ 20 000 km² de végétation boréale mixte et de tourbières. La rivière Athabasca traverse le centre de la zone d'étude. L'altitude variait entre 500 et 700 m au-dessus du niveau de la mer, avec un relief peu marqué. Les zones humides étaient dominées par des tourbières et des marécages à épinette noire (*Picea mariana*) ou à épinette noire et mélèze laricin (*Larix laricina*) ; les sites bien drainés étaient dominés par le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*), l'épinette blanche (*Picea glauca*) et le pin gris (*Pinus banksiana* ; Bradshaw et al. 1995). Les polygones de l'aire de répartition du caribou ont été définis pour la zone d'étude par Bradshaw (1994) sur la base de la sélection de l'habitat du caribou et de la cartographie de l'habitat des tourbières (Fig. 1).

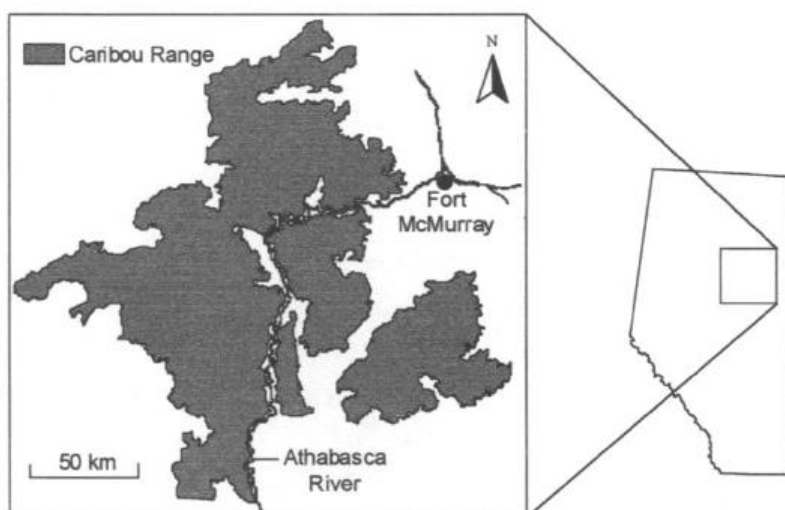


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude et de l'aire de répartition du caribou dans le nord-est de l'Alberta, 1994-1997

METHODES

Entre 1991 et 1997, des colliers émetteurs VHF équipés de détecteurs de mortalité ont été posés sur des caribous adultes ($n = 98$) (Stuart-Smith et al. 1997). Nous avons tenté de capturer des animaux dans toute la zone d'étude, en privilégiant les femelles par rapport aux mâles afin d'obtenir des informations sur la reproduction et la survie des petits. Nous avons localisé les individus équipés d'un collier radio environ toutes les deux semaines et avons enregistré la latitude et la longitude de chaque emplacement à l'aide d'un récepteur GPS. Les positions GPS avaient une précision de 100 m (Wells 1986), mais l'erreur liée à la télémétrie s'ajoutait à l'erreur de localisation totale ; aucune de ces sources d'erreur ne présentait de biais directionnel. Nous avons saisi les positions des caribous ($n = 2\ 616$) dans un système d'information géographique (SIG) à des fins d'analyse et avons défini les domaines vitaux à l'aide d'une technique de polygone convexe minimal. Les mortalités des caribous équipés d'un collier émetteur ($n = 27$) ont été classées comme étant dues à l'homme (abattus), à des prédateurs, à des maladies ou blessures, ou inconnues, sur la base des restes et des indices

trouvés à proximité du collier émetteur. Nous avons enregistré une position GPS sur chaque site de mortalité et les avons saisis dans le SIG.

Entre 1994 et 1997, nous avons équipé de colliers VHF 20 loups issus de 7 meutes (Bourgoin, Upper, Joli, Iron, Grand, Crooked et Horsetail) ainsi que 3 loups solitaires. Nous avons localisé les loups équipés de colliers émetteurs toutes les 2 à 3 semaines et avons recueilli des données de localisation supplémentaires deux fois par jour pendant 15 jours consécutifs au cours des hivers 1996 et 1997 afin de repérer les sites de prédation des loups. Lorsque deux individus ou plus équipés de colliers émetteurs appartenant à la même meute étaient localisés ensemble, nous avons considéré qu'il s'agissait d'un seul site. **En revanche**, lorsque des individus de la même meute étaient localisés séparément, nous avons pris en compte chaque localisation. Nous avons enregistré 592 localisations de loups et utilisé le SIG pour définir les domaines vitaux des meutes à l'aide de la technique du polygone convexe minimal. Nous ne disposions pas de données suffisantes sur les loups solitaires pour décrire leurs domaines vitaux individuels ; nous avons donc considéré toutes les localisations de loups solitaires comme un seul groupe. Nous avons également utilisé le SIG pour déterminer si les localisations individuelles des loups se trouvaient dans l'aire de répartition des caribous. Nous avons identifié 76 sites de prédation par des loups (18 orignaux, 20 cerfs et 38 proies inconnues) lors de la localisation des loups équipés de colliers émetteurs et avons enregistré leur position à l'aide d'un GPS. **Aucun site identifiable de mise à mort de caribous n'a été trouvé en suivant les loups équipés de colliers émetteurs.**

Tous les **corridors linéaires** de la zone d'étude en 1997 ont été numérisés à partir de photos aériennes et saisis dans le SIG. L'erreur de localisation des données numériques sur les corridors linéaires était d'environ 50 m (R. Farries, Lorrel Consultants, communication personnelle). Nous n'avons pas classé les corridors linéaires en catégories (par exemple, route, pipeline, ligne sismique, etc.), mais sur les 26 850 km de corridors linéaires dans la zone d'étude, environ 25 500 km étaient des lignes sismiques ou des emprises de pipelines. Il y avait peu de routes en gravier et une route revêtue (environ 1 350 km au total).

Nous avons utilisé le SIG pour générer 10 000 points aléatoires dans la zone d'étude, à partir desquels nous avons déterminé un ensemble aléatoire pour chaque caribou et chaque meute de loups en fonction de leurs domaines de répartition (polygones convexes minimaux). Chaque ensemble aléatoire a été identifié par un numéro de collier de caribou ou un numéro de meute. Le nombre de points dans chaque ensemble aléatoire dépendait de la taille du domaine vital et variait de 62 à 1 074 pour les caribous et de 24 à 1 039 pour les meutes de loups. Nous avons déterminé la distance perpendiculaire de tous les emplacements de télémétrie et des points aléatoires au corridor linéaire le plus proche à l'aide du SIG. L'utilisation de la répartition des corridors linéaires de 1997 dans nos analyses a réduit la capacité à détecter des différences par rapport au hasard, car nous avons commencé à collecter les positions des caribous et des loups en 1994, alors que certains corridors linéaires n'existaient peut-être pas encore, mais cela n'a pas introduit de biais directionnel.

Nous avons utilisé un modèle linéaire général (GLM) pour comparer la distance au corridor le plus proche entre les positions des caribous et les points aléatoires. Nous avons inclus le numéro de collier émetteur comme facteur fixe dans le GLM et avons exploré une interaction significative entre le numéro de collier émetteur et le type de point (caribou ou aléatoire) en

effectuant des analyses distinctes pour chaque caribou équipé d'un collier émetteur. En raison des variations individuelles entre les caribous, nous avons calculé la différence entre la distance moyenne des caribous au corridor et la distance moyenne des points aléatoires au corridor pour chaque numéro de collier émetteur.

Nous avons utilisé ces données dans un test *t* pour tester l'hypothèse nulle selon laquelle la moyenne de ces différences était égale à zéro, afin de déterminer s'il existait une tendance directionnelle au sein de la population. Nous avons répété ces analyses en utilisant uniquement les positions télémétriques des caribous et les points aléatoires situés dans les types d'habitats de tourbières sélectionnés par les caribous (Bradshaw et al. 1995) afin d'éviter tout effet de confusion lié à la sélection de l'habitat.

Nous avons utilisé un modèle linéaire général (GLM) pour comparer la distance au corridor le plus proche entre les sites de mortalité des caribous et les points aléatoires ainsi que les localisations des caribous vivants. Des tests a posteriori ont été effectués à l'aide d'une procédure de différence minimale significative (LSD) si l'hypothèse de variance égale était vérifiée, ou du test *T2* de Tamhane si ce n'était pas le cas. Nous avons reclassé les cas de mortalité des caribous pour tenir compte de la cause du décès. Pour les mortalités causées par les loups et par l'homme, nous avons utilisé le test de Wilcoxon pour échantillons appariés afin de comparer la distance au corridor le plus proche de chaque lieu de mortalité avec la distance moyenne au corridor le plus proche des localisations en vie de l'individu décédé.

Nous avons effectué une comparaison similaire de la distance au corridor le plus proche entre les localisations télémétriques des loups et des points aléatoires. Nous soupçonnions que l'utilisation des corridors linéaires par les loups pouvait varier d'une meute à l'autre, ainsi qu'à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire de répartition des caribous décrite par Bradshaw (1994). Nous avons inclus le numéro de meute et l'habitat (à l'intérieur ou à l'extérieur de l'aire de répartition du caribou) comme facteurs fixes dans l'analyse GLM et avons exploré une interaction significative entre l'habitat et le type de point (loup ou aléatoire) en effectuant des analyses distinctes pour les emplacements de chaque type d'habitat. En dehors de l'aire de répartition du caribou, nous avons approfondi l'exploration d'une interaction significative entre le numéro de meute et le type de point en effectuant des analyses distinctes pour chaque meute.

Nous avons utilisé une procédure GLM pour comparer la distance au corridor le plus proche entre les sites de prédation des loups et les points aléatoires ainsi que les emplacements télémétriques des loups à l'intérieur de l'aire de répartition du caribou. Nous avons inclus le numéro de meute comme facteur fixe. Des tests post hoc ont été effectués à l'aide du test LSD si l'hypothèse d'une variance égale était vérifiée, ou du test *T2* de Tamhane si cette hypothèse n'était pas vérifiée.

RESULTATS

Localisations des caribous

En comparant la distance par rapport aux corridors linéaires entre les localisations des caribous et des points aléatoires, nous avons constaté une interaction significative entre le type de point et le collier ($F_{97,37790} = 4,7, P < 0,001$), ce qui indique que chaque caribou réagissait différemment aux corridors linéaires. Sur les 98 caribous, 35 se trouvaient plus loin des corridors linéaires que les points aléatoires, tandis que 3 caribous étaient plus proches (Fig. 2). La différence moyenne entre la distance au corridor le plus proche à partir des emplacements des caribous et la distance au corridor le plus proche à partir des points aléatoires (106 m) était significativement différente de 0 ($T = 5,1, df = 97, P < 0,001$), ce qui indique que, malgré des variations individuelles, les caribous évitaient en moyenne les corridors. Nous avons observé la même tendance lorsque nous avons utilisé uniquement les positions télémétriques des caribous et des points aléatoires situés dans les zones de tourbières choisies par les caribous (Bradshaw et al. 1995).

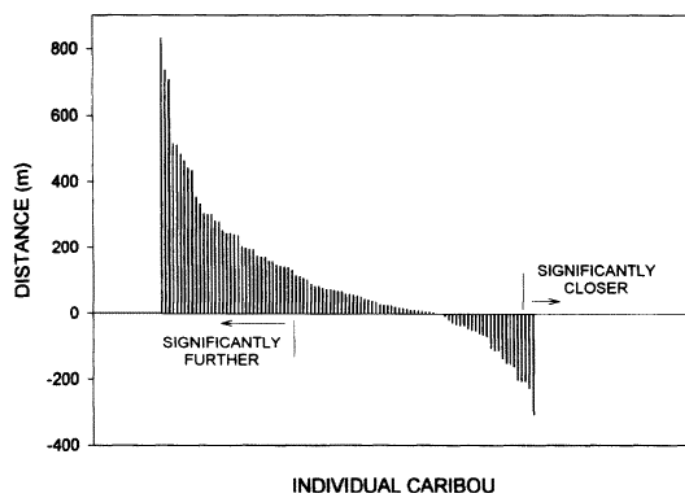


Fig. 2. Différence entre la distance moyenne par rapport au corridor le plus proche pour des points choisis au hasard et pour les positions de radio-télémétrie de caribous individuels dans le nord-est de l'Alberta, 1994-1997 ($n = 98$). Les valeurs positives indiquent une distance supérieure à celle d'un point choisi au hasard, tandis que les valeurs négatives indiquent une distance inférieure

Mortalité des caribous

La distance entre les lieux de mortalité des caribous et les corridors linéaires n'était pas significativement différente de la distance entre les points aléatoires ou les emplacements des caribous vivants et les corridors linéaires. **Cependant, lorsque nous avons pris en compte la cause de la mortalité, nous avons constaté que les cas de mortalité attribués à la prédation par les loups ($n = 5$) étaient plus proches des corridors linéaires que ne l'étaient les caribous vivants** (différence moyenne = 316 m, SE = 213,2, $T2 P = 0,035$), **mais pas significativement plus proches que les points aléatoires** (différence moyenne = 219 m, SE = 213,8, $T2 P = 0,113$). Les mortalités d'origine humaine ($n = 5$) étaient plus proches, mais pas significativement différentes des emplacements des caribous vivants (différence moyenne = 174 m, SE = 213,2, $T2 P = 0,604$) ou des points aléatoires (différence moyenne = 77 m, SE = 213,1, $T2 P = 0,936$). Deux des cinq cas de mortalité d'origine humaine se situaient à moins de 30 m d'un corridor linéaire. **Lorsque nous avons comparé la distance entre le site de mortalité et les localisations par télémétrie de chaque individu vivant, nous avons constaté que les 5 cas de mortalité attribués aux loups étaient plus proches des corridors linéaires, avec**

une différence moyenne de 204 m (Wilcoxon $T = 0$, $T_{0,05(2)5} = 0$, $P = 0,05$). Les lieux de mortalité d'origine humaine ne différaient pas de manière significative des positions de télémétrie en direct des individus.

Positions des loups et lieux de prédation

En comparant les positions de télémétrie des loups et des points aléatoires, nous avons constaté une interaction significative entre le type de point et l'habitat ($F_{1,2173} = 9,2$, $P = 0,002$). Dans l'aire de répartition du caribou, les emplacements de télémétrie des loups étaient en moyenne 134 m plus proches des corridors que les points aléatoires ($F_{1,1197}$, $P = 0,002$). Un effet de meute significatif a également été observé ($F_{7,1197}$, $P < 0,001$), reflétant les différentes densités de corridors linéaires au sein du territoire de chaque meute. Les positions télémétriques des loups étaient systématiquement plus proches des corridors que des points aléatoires dans tous les territoires de meute. Les sites de prédation se situaient en moyenne 55 m plus près des corridors que les points aléatoires et 79 m plus loin des corridors linéaires que les positions des loups ; **cependant**, aucune de ces différences n'était significative.

En dehors de l'aire de répartition du caribou, nous avons constaté une interaction significative entre le type de point et la meute ($F_{6,976} = 5,8$, $P < 0,001$), indiquant que différentes meutes réagissaient différemment aux corridors linéaires en dehors de l'aire de répartition du caribou. Les positions télémétriques de 3 meutes étaient significativement plus proches des corridors que ne l'étaient les points aléatoires (Bourgoin [305 m, $F_{1,225} = 33,7$, $P < 0,001$], Upper [73 m, $F_{1,241} = 4,8$, $P = 0,03$], Crooked [71 m, $F_{1,218} = 6,3$, $P = 0,01$]) ; les autres meutes (Iron, Grand, Joli) et les solitaires ne différaient pas des points aléatoires situés en dehors de l'aire de répartition du caribou.

DISCUSSION

La tendance générale observée au sein de la population de caribous était à l'évitement des corridors linéaires. **Cependant**, on a constaté des **variations individuelles** considérables dans la répartition des caribous par rapport à ces corridors. Les caribous pourraient éviter ces corridors en réaction à la présence de loups et/ou à l'activité humaine dans ces zones. Les caribous ayant déjà eu des rencontres le long de ces corridors pourraient les éviter dans le cadre d'une stratégie antiprédatrice acquise par l'expérience. **Cependant**, les caribous peuvent également être attirés par des corridors offrant un fourrage de haute qualité et peuvent aussi utiliser ces corridors pour faciliter leurs déplacements dans des zones où les taux de rencontre avec les loups et les humains sont par ailleurs faibles. **Rien n'indique que l'habitat ait constitué un facteur limitant pour les caribous dans cette zone.** **Toutefois**, compte tenu du grand nombre d'éléments linéaires dans la région, même un faible niveau d'évitement peut réduire la superficie de l'habitat effectif disponible pour les caribous. La différence moyenne de 106 m entre les emplacements des caribous et des points aléatoires, multipliée par environ 26 850 km de corridors linéaires dans la zone d'étude, représenterait 2 846 km² de perte potentielle d'habitat due à l'évitement. Ce calcul est excessivement simpliste, mais il illustre le fait que l'évitement d'un habitat par ailleurs de bonne qualité doit être pris en compte lors de l'évaluation des effets cumulatifs de l'expansion industrielle continue.

Dans l'ensemble, les mortalités de caribous semblaient être réparties de manière aléatoire par rapport aux corridors linéaires. **Cependant**, les 5 mortalités dues à la prédation étaient

plus proches des corridors que les localisations par télémétrie de tous les caribous vivants. Cela suggère que les caribous occupant un habitat proche des corridors linéaires étaient exposés à un risque de prédation plus élevé que ceux vivant plus loin des corridors. Il semblait également que le risque de prédation d'un individu augmentait avec la proximité des corridors linéaires. Ces différences reposent sur un échantillon de petite taille et devraient être approfondies dans de futures études. Nous nous attendions à ce que les mortalités d'origine humaine soient également plus proches des corridors linéaires. La tendance allait dans ce sens (les mortalités d'origine humaine se situaient en moyenne 113 m plus près des corridors que ne le laisserait supposer le hasard), mais un échantillon de 5 individus était insuffisant pour détecter une différence significative.

Les données de télémétrie concordaient avec des observations anecdotiques antérieures selon lesquelles les loups utilisent les corridors linéaires comme voies de déplacement faciles dans les zones où l'activité humaine est limitée (Horejsi 1979, Bergerud et al. 1984, Edmonds et Bloomfield 1984, Eccles et Duncan 1986, Thurber et al. 1994). Les localisations par télémétrie des loups à l'intérieur de l'aire de répartition du caribou suggéraient une utilisation des corridors linéaires plus importante que ce que le hasard aurait pu laisser supposer, et concordaient avec l'hypothèse selon laquelle les corridors linéaires offrent aux loups un accès accru à l'aire de répartition du caribou (Bergerud et al. 1984, Stuart-Smith et al. 1997). **Cependant**, ces données ne montrent pas que les loups se rendent dans des endroits où ils ne se rendraient pas autrement. Les localisations de 3 des meutes étaient également plus proches de corridors linéaires situés en dehors de l'aire de répartition du caribou. Les meutes Iron, Grand et Joli ne présentaient aucune différence par rapport à des localisations aléatoires en dehors de l'aire de répartition du caribou, ce qui s'explique peut-être par le nombre plus restreint de corridors linéaires en dehors de cette aire dans ces territoires de loups.

Nous nous attendions à ce que les sites de prédation des loups à l'intérieur de l'aire de répartition du caribou soient plus proches des corridors linéaires que ne le laisserait supposer le hasard. Bien que les différences entre les sites de prédation des loups et les points aléatoires ou les emplacements des loups n'aient pas été statistiquement significatives, la tendance observée dans ces données (distance des emplacements de télémétrie < sites de prédation < points aléatoires) pourrait refléter une différence entre les endroits où un loup rencontre une proie et l'endroit où la proie est finalement tuée. Les loups peuvent rencontrer des proies à proximité des corridors linéaires, mais le site de prédation peut se trouver plus loin après la poursuite. Bien que nous n'ayons trouvé aucun site de mise à mort de caribous, ces données et les mortalités de caribous indiquent que les loups ne se contentent pas de traverser l'aire de répartition des caribous, mais qu'ils y chassent également.

IMPLICATIONS POUR LA GESTION

Les localisations par télémétrie des caribous et des loups n'étaient pas aléatoires par rapport aux corridors linéaires. En moyenne, les positions télémétriques des caribous étaient plus éloignées des corridors que ne le laisserait supposer le hasard. Ce comportement d'évitement pourrait contribuer à une perte effective d'habitat due au développement industriel qui est considérablement plus importante que la superficie perturbée. Les tentatives d'évaluation des effets cumulatifs de l'expansion industrielle continue devraient inclure des estimations de la perte d'habitat due à l'évitement. L'évaluation des développements futurs

devrait également tenir compte de l'augmentation potentielle de la pression de prédation résultant de l'utilisation des corridors linéaires par les loups. Les mortalités causées par les loups étaient plus proches des corridors linéaires que les localisations de caribous vivants, ce qui indique que les caribous situés plus près des corridors linéaires courent un risque plus élevé de prédation. Les corridors linéaires peuvent accroître l'efficacité de la prédation par les loups en augmentant leur taux de recherche et peuvent leur offrir un meilleur accès à l'aire de répartition des caribous. Les populations de caribous sont stables ou en lent déclin dans le nord-est de l'Alberta (Stuart-Smith et al. 1997).

Par conséquent, l'intensification de l'activité industrielle dans l'aire de répartition du caribou pourrait avoir un effet significatif sur la dynamique des populations de caribous en augmentant la prédation, à moins que le développement de nouveaux corridors ne soit minimisé. La production de puits en zone isolée, les opérations sismiques héliportées, le déblaiement complet des arbres et des débris sur les nouveaux emplacements de pipelines, ainsi que la remise en état et la replantation ou l'obstruction des corridors inutilisés ou inutiles pourraient contribuer à réduire l'impact global des opérations industrielles sur les populations de caribous.

LITERATURE CITED

- BERGERUD, A. T. 1974. The decline of caribou in North America following settlement. *Journal of Wildlife Management* 38:757-770.
- . 1988. Caribou, wolves and man. *Trends in Ecology and Evolution* 3:68-72.
- , H. E. BUTLER, AND D. R. MILLER. 1984. Antipredator tactics of calving caribou: dispersion in mountains. *Canadian Journal of Zoology* 62:1566-1575.
- BRADSHAW, C. J. A. 1994. An assessment of the effects of petroleum exploration on woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in northeastern Alberta. Thesis, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.
- , S. BOUTIN, AND D. M. HEBERT. 1997. Effects of petroleum exploration on woodland caribou in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 61:1127-1133.
- , ———, AND ———. 1998. Energetic implications of disturbance caused by petroleum exploration to woodland caribou. *Canadian Journal of Zoology* 76:1319-1324.
- , AND D. M. HEBERT. 1996. Woodland caribou population decline in Alberta: fact or fiction? *Rangifer (Special Issue)* 9:223-233.
- , D. M. HEBERT, A. B. RIPPIN, AND S. BOUTIN. 1995. Winter peatland habitat selection by woodland caribou in northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 73:1567-1574.
- ECCLES, T. R., AND J. A. DUNCAN. 1986. Wildlife monitoring studies along the Norman Wells-Zama Oil Pipeline, April 1985 to May 1986. Prepared for Interprovincial Pipe Line (NW) Lim-

- ited, LGL Limited Environmental Research Associates, Calgary, Alberta, Canada.
- EDMONDS, E. J. 1988. Population status, distribution and movements of woodland caribou in westcentral Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 66:817–826.
- , AND M. BLOOMFIELD. 1984. A study of woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in westcentral Alberta, 1979 to 1983. Alberta Energy and Natural Resources, Fish and Wildlife Division, Edmonton, Alberta, Canada.
- FULLER, T. K. 1989. Population dynamics of wolves in north-central Minnesota. *Wildlife Monographs* 105.
- , W. E. BERG, G. L. RADDE, M. S. LENARZ, AND G. B. JOSELYN. 1992. A history and current estimate of wolf distribution and numbers in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 20:42–55.
- , AND L. B. KEITH. 1980. Wolf population dynamics and prey relationships in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 44:583–602.
- HOREJSI, B. L. 1979. Seismic operation and their impact on large mammals: results of a monitoring program. Prepared for Mobil Oil Canada, Western Wildlife Environmental, Calgary, Alberta, Canada.
- JALKOTZY, M. G., P. I. ROSS, AND M. D. NASSERDEN. 1997. The effects of linear developments on wildlife: a review of selected scientific literature. Prepared for the Canadian Association of Petroleum Producers, Arc Wildlife Services, Calgary, Alberta, Canada.
- JENSEN, W. F., T. K. FULLER, AND W. L. ROBINSON. 1986. Wolf, *Canis lupus*, distribution on the Ontario-Michigan border near Sault St. Marie. *Canadian Field Naturalist* 100:363–366.
- JOHNSON, D. R. 1985. Man-caused deaths of mountain caribou in southeastern British Columbia. *Canadian Field Naturalist* 99:542–544.
- MECH, L. D., S. H. FRITTS, G. L. RADDE, AND W. J. PAUL. 1988. Wolf distribution and road density in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 16:85–87.
- SEIP, D. R. 1992. Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* 70:1494–1503.
- STUART-SMITH, A. K., C. J. A. BRADSHAW, S. BOUTIN, D. M. HEBERT, AND A. B. RIPPIN. 1997. Woodland caribou relative to landscape patterns in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 61:622–633.
- THIEL, R. P. 1985. Relationship between road densities and wolf habitat suitability in Wisconsin. *American Midland Naturalist* 113:404–407.
- THURBER, J. M., R. O. PETERSON, T. D. DRUMMER, AND S. A. THOMASMA. 1994. Gray wolf response to refuge boundaries and roads in Alaska. *Wildlife Society Bulletin* 22:61–68.
- WELLS, D. E., EDITOR. 1986. Guide to GPS positioning. Canadian GPS Association, Fredricton, New Brunswick, Canada.

Received 16 February 1999.

Accepted 30 July 1999.

Associate Editor: Lochmiller.