

Modèles de chasse des loups en hiver dans et à proximité du parc national des glaciers, au Montana

WINTER HUNTING PATTERNS OF WOLVES IN AND NEAR GLACIER NATIONAL PARK, MONTANA

KYRAN KUNKEL,^{1,2} Wildlife Biology Program, School of Forestry, University of Montana, Missoula, MT 59812, USA
DANIEL H. PLETSCHER, Wildlife Biology Program, School of Forestry, University of Montana, Missoula, MT 59812, USA

Journal of Wildlife Management, vol. 65 (3): 520-530

Résumé

Les loups (*Canis lupus*) deviendront un facteur de mortalité important pour les populations d'ongulés à mesure qu'ils recoloniseront l'ouest des États-Unis. Des moyens innovants pour modifier la dynamique loup-ongulé afin d'améliorer la sécurité des proies ou les populations de prédateurs peuvent être nécessaires pour atteindre ces objectifs de gestion. De 1990 à 1996, nous avons examiné les facteurs multi-échelles affectant le succès de chasse des loups en hiver dans un système à proies multiples dans le nord-ouest du Montana et le sud-est de la Colombie-Britannique, au Canada. Dans leurs domaines vitaux, les loups ont concentré leur chasse dans les zones d'hivernage du cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*). Ils ont utilisé des zones présentant des caractéristiques facilitant les déplacements (faible enneigement et couvert végétal) et les habitats privilégiés par les cerfs. Le long de leurs itinéraires de déplacement, les loups ont tué des cerfs de Virginie dans les zones à forte densité de cerfs de Virginie et une faible densité de wapitis (*Cervus elaphus*) et d'orignaux (*Alces alces*) que prévu, en fonction de la présence de ces proies. Ils ont tué des cerfs de Virginie dans des zones avec une plus grande couverture forestière, moins de pente et plus près de l'eau que prévu, selon l'occurrence le long des itinéraires de leurs déplacements. Plus de cerfs de Virginie ont été tués dans le fond de la vallée principale et les ravins que dans les autres classes de paysage situées le long des itinéraires de déplacement. Dans les domaines vitaux des cerfs de Virginie, les loups en ont davantage tué dans des sites plus plats et dans des sites à plus faible densité de cerfs de Virginie.

INTRODUCTION

Une théorie de base de l'**écologie de la prédation** est que le taux de mise à mort d'un prédateur est le produit de **3** facteurs : (1) le taux de rencontre des proies ; (2) le taux de détection des proies ; et (3) la probabilité de réussir une capture une fois la proie détectée (Taylor 1984). Ces facteurs traitent la recherche de nourriture et la prédation à différents niveaux de sélection ou d'échelles spatiales. Les prédateurs doivent d'abord fouiller le paysage pour localiser des parcelles contenant des proies, puis dans ces parcelles, détecter et capturer avec succès les proies. La façon dont ces 3 facteurs affectent l'alimentation des prédateurs et la vulnérabilité des proies a rarement été testée dans les systèmes de grands mammifères. Lorsqu'ils ont été testés, les chercheurs se sont concentrés sur le troisième facteur en examinant comment la condition animale affecte la vulnérabilité des proies lors de la capture (voir Mech 1996 pour une synthèse de ce sujet). **Cependant, les prédateurs (y compris les grands carnivores) ne tuent pas que les animaux en mauvais état** (Kenward 1978, Temple 1987, O'Gara et Harris 1988, Potvin et al. 1988, Kunkel et Pletscher 1999), ce qui suggère que les taux de **rencontre** et de **détection** sont essentiels pour déterminer le succès de la capture.

Les caractéristiques de l'habitat et les relations spatiales entre les prédateurs et leurs proies peuvent affecter la sélection et la vulnérabilité des proies, le succès de la capture (Bergerud et al. 1983, Stephens et Peterson 1984, Van Ballenberghe 1987, Bergerud et Snider 1988), et à quel point la densité des proies limite la prédation (Van Ballenberghe 1987, Bergerud 1992). Tanner (1975) a modélisé plusieurs systèmes prédateurs-proies - dont certains avec 5 espèces d'ongulés - et a rapporté que des temps de recherche relativement longs réduisaient les taux de capture des prédateurs et renforçaient ainsi la stabilité des interactions prédateurs-proies. Les populations d'individus largement espacés peuvent

supporter des nombres d'ongulés plus élevés, tout comme les zones avec un habitat de fuite suffisant. Les deux conditions augmentant le **temps de recherche** des prédateurs.

Van Ballenberghe (1987), Lima et Dill (1990) et Skogland (1991) ont indiqué que **l'hétérogénéité** du milieu affectait significativement les taux de prédation et que certains types d'habitats pouvaient fournir des refuges contre la prédation (Wolff 1981, Skogland 1991, Crawley 1992). De même, la structure et la physiographie de l'habitat peuvent permettre aux proies de détecter les prédateurs avant que les prédateurs ne soient à une distance de capture (Elliot et al. 1977, Van Orsdal 1984) et permettre aux proies d'échapper avec succès aux prédateurs.

À mesure que les loups recolonisent des parties de l'ouest des États-Unis et d'ailleurs, ils peuvent parfois être le principal facteur limitant de certaines populations d'ongulés (Kunkel et Pletscher 1999). Alors que la valeur du contrôle des loups dans l'augmentation des populations d'ongulés à long terme est discutable (Gasaway et al. 1992, Boutin 1992, Boertje et al. 1996, National Research Council 1997), la lutte contre les loups n'est probablement plus une option acceptable pour des raisons sociétales et politiques (Boertje et al. 1995, Mech 1995). En conséquence, nous avons examiné les habitats alternatifs et les facteurs spatiaux susceptibles de modifier la dynamique loup-ongulé. Ces relations peuvent suggérer comment la gestion de l'habitat et du paysage peut affecter les taux de prédation pour atteindre divers objectifs pour les populations de prédateurs et de proies. Alternativement, l'identification des facteurs affectant le succès de la croissance des populations de loups peut indiquer les moyens d'influencer et de gérer les populations de loups.

Nous avons examiné les schémas d'alimentation des loups chassant le cerf de Virginie (ci-après cerf), le wapiti et l'orignal (*Alces alces*) dans le nord-ouest du Montana de 1990 à 1996. Notre objectif était de déterminer les effets des caractéristiques spatiales et de l'habitat sur le succès de chasse des loups (et donc la vulnérabilité des proies). Nous avons émis l'hypothèse que : (1) les loups utilisent des itinéraires de déplacement qui réduisent les temps de recherche (par exemple, des couloirs de déplacement faciles); (2) ils chassent dans des zones qui ont une plus grande densité de proies préférées (wapitis; Kunkel 1997) ; (3) dans les zones à forte densité de proies, les loups utilisent des caractéristiques spatiales et d'habitat qui maximisent la détection des proies (améliorent la visibilité) ; et (4) les loups choisissent les caractéristiques de l'habitat qui minimisent la fuite des proies (p. ex. épaisse neige, taille réduite des groupes de proies).

Zone d'étude

Notre zone d'étude de 3 000 km² était située dans le bassin de la fourche nord de la rivière Flathead, au Montana et en Colombie-Britannique, au Canada. La vallée de la rivière Flathead variait de 1 024 à 1 375 m d'altitude. Les terres à l'est de la rivière Flathead (au sud du Canada) étaient gérées par le parc national des Glaciers. À l'ouest de la rivière, la propriété foncière était une mosaïque de la forêt nationale de Flathead, de la forêt d'État de Coal Creek et de propriétés privées. La partie de la Colombie-Britannique de la zone d'étude était composée principalement de terres de la Couronne (gouvernement fédéral).

RÉSULTATS

Nous avons capturé et radiomarcqué 30 loups appartenant à 3-4 meutes de mai 1992 à avril 1996. Les dénombrements aériens effectués en mai de chaque année indiquaient des tailles de meutes de 5, 11, 3 et 4 loups en 1992 ; 10, 7, 5 et 6 en 1993 ; 11, 3 et 7 en 1994 ; 10, 4 et 10 en 1995 ; et 12, 5 et 6 en 1996. Nous avons capturé et radiomarcqué 67 cerfs de Virginie femelles.

Itinéraires de déplacements

Les loups ont utilisé des zones de déplacement qui avaient des épaisseurs de neige plus faibles (médiane = 23,5 cm, n = 91 vs 31,5 cm, n = 81 ; Mann-Whitney [MW] $Z = -2,30$, $P = 0,02$) et des zones moins profondes avec des traces de cerfs (médiane = 13,5 cm, n = 54 vs 16,0 cm, n = 70 ; MW $Z = -1,75$, $P = 0,08$) que prévu basé sur l'occurrence le long des itinéraires systématiques.

Les loups utilisaient des zones pour voyager avec 8% de wapitis en moins (MW $Z = -2,23$, $P = 0,03$), 22% de couverture forestière en moins (MW $Z = -5,30$, $P < 0,001$) et 1,4 fois plus de pente (MW $Z = -11,90$), $P = 0,05$; tableau 4) que prévu en fonction de leur occurrence dans leur domaine vital. Les pentes inférieures des fonds de vallées latérales étaient 0,45 fois plus abondantes, et les fonds des ruisseaux étaient 0,32 fois plus abondants le long des itinéraires que dans les domaines vitaux. Les larges pentes des vallées étaient 6,4 fois plus fréquentes le long des itinéraires que dans les domaines vitaux (tableau 3). Les forêts brûlées étaient 1,8 fois plus abondante et le type de couverture de conifères des plaines était 2,1 fois plus abondant le long des routes de déplacement que dans les domaines vitaux. Les types de couverture de feuillus était 0,40 fois plus abondants et le type de couverture de pins tordus était 0,59 fois plus abondant le long des routes de déplacement que dans les domaines vitaux (tableau 1). Les loups ont chassé dans des zones où le NDVI modifié était 32% inférieur à celui observé dans les domaines vitaux (MW $Z = -1,87$, $P = 0,06$; tableau 4) et dans les zones 37% plus proches du bord des polygones de structure (MW $Z = -2,50$, $P = 0,012$; tableau 4).

En 1993, les loups ont sélectionné des zones pour voyager avec 5,3 fois plus de cerfs ($X = 0,21$ vs $0,004$, MW $Z = -3,15$, $P = 0,002$), 10 fois plus de wapitis ($X = 0,003$ vs $0,0003$, MW $Z = -4,70$, $P < 0,001$) et 40 fois plus d'originaux ($X = 0,001$ vs $0,00003$, MW $Z = -4,61$, $P < 0,001$) que sur les itinéraires systématiques.

Site de mise à mort par rapport à la voie de déplacement

La différence entre la profondeur des pistes de cerfs et des pistes de loup était significativement plus élevée le long des routes de déplacement des loups que sur les sites de mise à mort (médiane = 6,5 cm vs médiane = 3,0 cm ; $n = 26$, Wilcoxon $Z = -2,386$, $P = 0,02$). Les traces des loups étaient moins profondes le long des itinéraires que sur les sites de mise à mort (médiane = 3 cm vs médiane = 4 cm ; $n = 29$, Wilcoxon $Z = -1,722$, $P = 0,09$). L'épaisseur de la neige sur les sites de mise à mort et le long des itinéraires de déplacement des loups était similaire (médiane = 21,5 cm vs médiane = 22 cm ; $n = 44$, Wilcoxon $Z = -0,671$, $P = 0,50$), tout comme les profondeurs des traces de cerfs sur les sites de mise à mort et le long des itinéraires de déplacement des loups (médiane = 11 cm vs médiane = 11 cm ; $n = 35$, Wilcoxon $Z = -0,411$, $P = 0,68$).

Les loups ont tué des cerfs sur des sites avec 1,5 fois plus de cerfs (MW $Z = -9,166$, $P < 0,001$), 0,13 fois plus de wapitis (MW $Z = -3,658$, $P = 0,0003$) et 0,18 fois plus d'originaux (MW $Z = -2,913$, $P = 0,004$; tableau 4) comme prévu en fonction de la présence de ces proies le long des itinéraires de déplacement. Le couvert végétal était 1,2 fois plus élevé sur les sites de mise à mort que le long des itinéraires de déplacement (MW $Z = -3,50$, $P = 0,0005$), et les sites de mise à mort avaient 37% moins de pente que les itinéraires de déplacement (MW $Z = -2,51$, $P = 0,01$). La classe des structures non végétalisées était 12 fois plus abondante et la classe des jeunes arbres était 1,6 fois plus abondante sur les sites de mise à mort que le long des itinéraires de déplacement. La classe de structure des jeunes pousses était 0,28 fois plus abondante sur les sites de mise à mort que le long des routes des loups (tableau 2). La glace était 5,5 fois plus abondante et l'épinette des hautes terres était 1,7 fois plus abondante sur les sites d'abattage que le long des routes de déplacement (tableau 1). Les forêts brûlées étaient 0,25 fois plus abondante et le pin tordu était 0,38 fois plus abondant sur les sites de mise à mort que le long des itinéraires. La classe de fond de vallée était 1,8 fois plus fréquente et les ravins étaient 8 fois plus fréquents lors des captures que le long des itinéraires de déplacement (tableau 3). Les loups ont tué des cerfs sur les sites avec 2,8 fois plus de NDVI (MW $Z = -3,92$, $P = 0,0001$) que les itinéraires de déplacement et 0,90 vis-à-vis de la distance à l'eau comme trouvé le long des itinéraires de déplacement (MW $Z = -1,79$, $P = 0,07$; tableau 4).

Wolf Kill Site versus Control Site

Les profondeurs de neige étaient similaires entre les sites de capture et les sites de contrôle (médiane = 28 cm vs médiane = 29 cm, $n = 71$, Wilcoxon $Z = -0,67$, $P = 0,500$) de même que les profondeurs de piste des cerfs (médiane = 14,5 cm vs médiane = 16, $n = 50$, Wilcoxon $Z = -0,48$, $P = 0,633$), les profondeurs des traces de loup (médiane = 0,5 cm vs médiane = 0,5, $n = 16$, Wilcoxon $Z = -1,54$), $P =$

0,12), et la différence entre les profondeurs des traces de loups et de cerfs (méd = 0,0 vs 0,0, n = 16, Wilcoxon Z = -1,12, P = 0,26).

Les sites de mise à mort avaient 44% moins de pente que les sites témoins (MW Z = -2,37, P = 0,02 ; tableau 4) et étaient 1,2 fois plus éloignés des sentiers de cerfs que ne l'étaient les sites témoins (t = 1,65, P = 0,10).

DISCUSSION

Rencontres avec les proies

L'habitat et les caractéristiques spatiales utilisées par les loups variaient selon les échelles examinées, et ces caractéristiques optimisaient probablement la capacité des loups à rencontrer, détecter et capturer leurs proies. Comme prévu, dans leur domaine vital, les loups ont choisi de se déplacer dans des zones présentant des caractéristiques facilitant leurs déplacements (réduction de la neige et du couvert végétal) ou améliorant la rencontre avec les proies (aires d'hivernages des cervidés ; Kunkel 1997). Les loups ont sélectionné des classes topographiques, de couverture et de pente similaires à celles sélectionnées par les proies dans les aires d'hivernage (Keay et Peek 1980 ; Jenkins et Wright 1988 ; Kraemer 1989 ; Rachael 1992 ; Pauley et al. 1993 ; K. Kunkel, données non publiées). Contrairement à 1 de nos prédictions, les loups ont utilisé des zones de déplacement avec des densités plus élevées de cerfs et plus faibles de wapitis. Les proies les plus abondantes dans la zone d'étude sont les cerfs (Jenkins et Wright 1988, Kunkel et al. 1999), et les loups ont concentré leur chasse dans les aires d'hivernage des cerfs où les wapitis étaient moins abondants (Bureau 1992, Kunkel 1997). Le long des itinéraires de déplacements, les loups se nourrissaient davantage de wapitis que de cerfs (Kunkel, 1997), mais ils ont probablement choisi de chasser dans les pâturages de cerfs parce que les cerfs étaient plus abondants dans la zone d'étude. Les zones où les cerfs hivernaient étaient les mêmes d'une année à l'autre (et donc prévisibles), tandis que les zones où les wapitis hivernaient étaient plus variables (Bureau 1992, Huggard 1993, Kunkel 1997).

Détection et capture des proies

L'habitat et les caractéristiques spatiales affectant le succès de la capture semblaient être plus importants pour le succès de la prédation que les caractéristiques qui affectaient la détection des proies. Nous avons prédit que les loups choisiraient des zones de chasse avec une bonne détectabilité des proies. Cependant, notre analyse a suggéré que la dissimulation des prédateurs était plus importante pour le succès de chasse des cerfs. Cela peut être dû au fait que les loups se fiaient davantage à l'odeur qu'à la vision pour détecter leurs proies (Mech 1966a), ou à des densités élevées de cerfs dans les zones hivernales assurant que la détection ne serait pas un facteur limitant.

Les loups réussissaient mieux à capturer les cerfs dans une couverture forestière dense. Une des principales stratégies anti-prédateurs du cerf est de détecter les prédateurs et de maximiser la distance afin qu'ils puissent les détecter (Mech 1966b, 1970, 1984 ; Lingle 1992). Les différences de comportement d'alerte, indiquent que les cerfs dans une végétation dense sont plus méfiants que les cerfs dans les zones ouvertes (LaGory 1987). Des expériences dans notre zone d'étude ont montré que les cerfs se nourrissaient plus souvent dans les zones à couvert clairsemé (Kotler et al. 1994, Kunkel 1997).

Wells et Bekoff (1982) ont indiqué que les canidés réussissaient mieux leurs chasses dans les zones de couverture clairsemée. Cependant, au Yukon, les coyotes réussissaient mieux à chasser les lièvres (*Lepus americanus*) dans les habitats denses que dans les habitats plus ouverts, probablement parce que ces habitats permettaient aux coyotes de s'approcher des lièvres à une distance de capture (Murray et al., 1995). Cette stratégie peut avoir été utilisée parce que la vitesse soutenue des coyotes n'a pas permis une capture réussie des lièvres (Curio 1976). La même chose peut être vraie pour les loups chassant les cerfs dans les zones à cerfs. Nelson et Mech (1993) ont rapporté que plus de 90% des observations de loups chassant le cerf et l'orignal au Minnesota ont abouti à la fuite des proies. La disponibilité de pistes d'évacuation et de confusion qu'offrent la présence d'autres cerfs est

probablement avantageux pour les cerfs (Sweeney et al. 1971, Geist 1981, Nelson et Mech 1981). Pour les chiens sauvages lycaon (*Lycaon pictus*), la distance de capture réduite des gazelles mâles (*Gazelli thomsoni*) était probablement le facteur le plus important expliquant les taux plus élevés de succès de la chasse dans un groupe (Fanshawe et Fitzgibbon 1993). Les loups sont certainement capables de tuer des proies dans les zones sans couvert, mais nous pensons que lorsque les loups chassent les cerfs concentrés dans les zones d'hivernage, les loups réussissent beaucoup mieux lorsqu'ils peuvent s'approcher de près de leurs proies sans être détectés.

La concentration des cerfs dans les aires d'hivernage facilite la fuite le long des pistes, la détection des prédateurs, la confusion des prédateurs lors de la poursuite, le partage du risque de prédation (ratios prédateurs / proies inférieurs) et la familiarité avec les terrains d'évacuation (Geist 1981, Nelson et Mech 1981, Mech 1984, Messier et Barrette 1985). L'importance relative de ces divers mécanismes n'est pas claire. Messier et Barrette (1985) ont suggéré que la densité des pistes pourrait être le mécanisme le plus influent pour les systèmes cerfs-coyotes. Les coyotes qui réussissaient reposaient sur les virages des cerfs dans la neige épaisse loin des pistes. Les loups, cependant, dépendent beaucoup moins de ces conditions pour réussir leur capture. Dans la gamme des épaisseurs de neige observées au cours de notre étude, l'épaisseur de la neige n'était pas liée au succès de capture des loups. Cependant, des taux de mortalité plus élevés en dehors des sentiers suggèrent que ceux-ci sont importants comme voies d'évacuation des cerfs dans l'habitat du loup. Les avantages de la détection des prédateurs, de la connaissance du terrain et de la confusion des prédateurs (Nelson et Mech 1981, Messier et Barrette 1985) fournis par les sentiers semblent être des mécanismes relativement plus importants que la réduction de l'épaisseur de neige le long des sentiers.

Un terrain en pente peut aider les cerfs à détecter et à éviter les loups. Bibikov (1982) et Murie (1944) ont rapporté que lorsque les cerfs élaphe (*Cervus elaphus*), les caribous (*Rangifer tarandus*) et les mouflons de Dall (*Ovis dalli*) étaient au-dessus des loups, ou s'ils couraient en montée, les loups ne les poursuivaient pas. Les loups dans cette étude et dans d'autres ont également fait plus de morts dans les ravins et plus près de l'eau et sur la glace (Pimlott 1967, Mech et Frenzel 1971, Bibikov 1982, Mech 1984).

En résumé, l'élément de surprise (tel que permis par la couverture forestière dense) semble être un facteur très important affectant le succès de la prédation des loups dans notre étude. Avant notre travail, il n'existait que des preuves anecdotiques de la valeur de la surprise pour les loups. On a supposé que l'état des proies fût le principal facteur affectant le succès. La valeur relative de la détection des prédateurs et de la qualité des proies n'a pas pu être évaluée dans notre étude, mais Kenward (1978) a montré que la surprise interagissait avec l'état des proies pour déterminer le succès de l'attaque des autours des palombes (*Accipiter gentilis*) sur les pigeons (*Columba palumbus*).

Nous avons constaté que les caractéristiques de l'habitat et du paysage affectaient le succès de chasse et, par conséquent, affectaient probablement la réponse fonctionnelle des loups. Il reste à tester si ces caractéristiques peuvent être manipulées pour affecter le taux de captures des loups. De telles manipulations peuvent simplement entraîner des recherches plus longues et plus soignées par les loups (McCulough 1979, Wood et Hand 1985) pour maintenir le même taux de capture, ou elles peuvent entraîner des changements dans la sélection des proies en plus mauvais état (Potvin et al., 1988).

On sait très peu de choses sur la manière dont les caractéristiques de l'habitat et du paysage des montagnes Rocheuses (ou ailleurs) influencent la sécurité des cervidés par rapport aux prédateurs. Peu de décisions comportementales prises par un animal sont aussi importantes que l'évitement des prédateurs. La plupart des études sur les préférences d'habitat ne nous disent rien sur la question de savoir si les habitats sont essentiels à la survie (White et Garrott 1990). Cette étude fournit des preuves que l'utilisation de certains habitats a entraîné des probabilités plus faibles de mortalité causée par les prédateurs pour les cerfs. L'analyse multivariée de ces données étaye ces résultats (Kunkel 1997). La

prochaine étape devrait être de manipuler les composants et la structure de l'habitat et de surveiller les taux de survie et de mortalité qui en résultent.

IMPLICATIONS DE GESTION

Les résultats de ce travail indiquent plusieurs pistes de gestion pour influencer le succès de chasse. Les stratégies dans l'ouest de l'Amérique du Nord où les impacts des loups sur les cerfs sont préoccupants, pourraient être axées sur des moyens de réduire la prédation des cerfs par les loups. Dans les zones où les proies telles que les cerfs sont surabondantes, l'**approche inverse** pourrait être adoptée. Le succès de la chasse aux loups se nourrissant de cerfs pourrait probablement être réduit en concentrant les cerfs dans quelques grands parcs à cerfs ou dans des zones d'hivernage à forte densité de cerfs, par opposition à plusieurs zones plus petites à faible densité (Messier et Barrette 1985, Patterson et Messier 2000). Cela pourrait être accompli par la manipulation de la nourriture et de la couverture dans des aires d'hivernage sélectionnées. Le broutage des arbres à feuilles caduques et des arbustes ou des lichens bas à feuilles persistantes pourraient être optimaux (Singer 1979, Jenkins et Wright 1987). La détection et la fuite des prédateurs et les changements de comportement adaptatifs aux prédateurs (c.-à-d. la dépression des ressources ; Charnov et al. 1976, Huggard 1993, Kunkel 1997) seraient probablement optimisés dans le cadre de cette stratégie. Cependant, la présence accrue de loups chasseurs peut réduire la recherche de nourriture par les cerfs en raison de leur niveau accru de méfiance. L'effet d'une telle stratégie sur l'exposition des cerfs aux autres prédateurs, les cougars, exige davantage de recherches.

Le contrôle des incendies dans les montagnes Rocheuses a entraîné une succession de forêts, ce qui a eu pour conséquence d'augmenter le couvert forestier dense favorisant les prédateurs (Barrett et Arno 1982).

Des changements anthropiques similaires expliquent le déclin de la sauvagine (Clark et Nudds 1991), du mouflon d'Amérique (*Ovis canadensis* ; Berger et Wehausen 1991) et de l'orignal (Bergerud 1981). Avant l'arrivée des Européens, les incendies causés par la foudre et les **incendies indiens** ont produit des habitats dans de nombreuses parties des Rocheuses qui étaient plus ouverts qu'ils ne le sont aujourd'hui (Barrett et Arno 1982). **En fait, l'une des raisons présumées de l'utilisation du feu par les Indiens était de réduire le camouflage des ennemis** (Barrett et Arno 1982). Les brûlages dirigés dans les aires de répartition hivernales des cerfs peuvent réduire la couverture et améliorer la production de pelouses herbeuses pour le broutage. Les incendies doivent être gérés de manière à réduire les sous-bois et les petits arbres, mais permettant de maintenir la structure de protection contre la neige (canopée) fournie par les grands arbres. Dans les zones ouvertes, l'entretien d'une couverture dense pourrait faciliter la fuite des cerfs. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la disposition optimale d'une telle couverture.

Pour réduire davantage les taux de mortalité des loups, les zones entourant les aires d'hivernage pourraient être gérées de manière à réduire la facilité de déplacement des loups. Des blocs contigus de bois dense avec peu de sentiers et de routes pourraient y contribuer (Bergerud 1981, McNay et Voller 1995).

Peek et coll. (1982) ont noté le manque de connaissances sur le rôle de la couverture de sécurité dans le maintien des populations de cerfs. Malgré cela, les recommandations de gestion pour l'aire de répartition hivernale des cerfs dans les montagnes Rocheuses ont largement omis d'inclure le rôle des prédateurs dans l'utilisation de l'habitat par les cerfs (Keay et Peek 1980, Jenkins et Wright 1988, Pauley et al. 1993 ; mais voir McNay et Voller 1995 pour le cerf mulet [*Odocoileus hemionus*]). Nous préconisons l'application de nos prescriptions recommandées sous forme d'expériences menées dans le cadre de programmes de gestion (MacNab 1983, Walters et Holling 1990, Clark et Nudds 1991) qui comprennent la mesure des taux de prédation par les loups ou des taux de survie des cerfs. L'exclusion du rôle des prédateurs dans l'analyse de l'habitat des cerfs peut créer des scénarios de gestion particulièrement difficiles (c.-à-d. des densités de proies déprimées prolongées ; Boertje et al. 1996) dans les endroits recolonisés par les loups dans l'ouest des États-Unis et ailleurs.