

Densité de population des mouflons de Dall en Alaska : effets de la chasse aux prédateurs ?

Mamm Res (2015) 60:21–28
DOI 10.1007/s13364-014-0199-4

ORIGINAL PAPER

Population density of Dall's sheep in Alaska: effects of predator harvest?

Carl D. Mitchell · Roy Chaney · Ken Aho · John G. Kie ·
R. Terry Bowyer

Résumé

Nous avons mesuré l'abondance et la densité de la population de mouflon de Dall (*Ovis dalli*) avant et pendant la chasse au loup gris (*Canis lupus*) et au coyote (*Canis latrans*) pendant trois ans (1998–2000) sur deux sites d'étude similaires et adjacents avec un traitement (récolte de canidés) et de référence (pas de récolte de canidés) dans l'intérieur de l'Alaska, aux USA. Entre 1998 et 1999, la densité des mouflons de Dall dans la zone de traitement a augmenté de $0,746 \pm 0,163$ mouflon/jour/km². Entre 1999 et 2000, après un hiver avec une neige croûtée normale, la densité de mouflons a diminué de $2,1 \pm 0,14$ mouflons/km². En raison de cette forte baisse, la densité des mouflons sur la zone de traitement a diminué de $1,3 \pm 0,08$ mouflons/km² sur toute la période de surveillance. Les mouflons de la zone de référence n'ont montré aucun changement significatif de densité entre 1998 et 2000. Nous supposons que les mouflons de Dall dans la zone de traitement ont d'abord bénéficié de l'abattage des loups et des coyotes par une réduction de la prédation et du risque de prédation et que les densités élevées de mouflons qui en ont résulté, associées à un hiver rigoureux, ont provoqué un déclin spectaculaire des mouflons de Dall entre 1999 et 2000. Ainsi, cette étude illustre les conséquences potentielles des interactions entre les facteurs dépendants et indépendants de la densité pour la conservation des grands mammifères, en particulier ceux résidant à des latitudes et altitudes élevées. Ces résultats devraient servir de mise en garde à ceux qui souhaitent augmenter le nombre d'ongulés en contrôlant les prédateurs sans tenir compte d'autres facteurs écologiques, tels que la proximité de la population de proies par rapport à la capacité de charge écologique (K).

INTRODUCTION

La prédation et les relations prédateur-proie sont des phénomènes écologiques complexes (Errington 1946 ; Jedrzejewska et Jedrzejewska 1998). Par conséquent, toutes les composantes et leurs interactions dans les écosystèmes individuels sont rarement entièrement comprises (Bowyer et al. 2005). Les carnivores ont également des effets écologiques importants sur l'écologie des communautés et la fonction des écosystèmes (Roemer et al. 2009 ; Ordiz et al. 2013). La gestion des populations de prédateurs implique également des valeurs sociales et est souvent très controversée et litigieuse, en particulier pour les grands mammifères (National Research Council 1997 ; Kruuk 2002). Ces facteurs rendent la gestion des populations de prédateurs et de proies extrêmement difficile et exigent que les gestionnaires acquièrent et examinent minutieusement les

données spatiales et temporelles pertinentes décrivant ces composantes lorsqu'ils prennent des décisions de gestion.

La prédation des canidés sauvages sur les mouflons sauvages est largement répandue en Europe (Lanszki et al. 2012 ; Meriggi et al. 2011), en Asie (Cohen 1978 ; Wang et Hoffman 1987 ; Schaller 1998 ; Fedosanko et Blank 2005 ; Harris 2006) et en Amérique du Nord (Bowyer et al. 2000 ; Krausman et Bowyer 2003). En outre, de nombreuses études menées en Alaska, aux États-Unis (Gasaway et al. 1983, 1992 ; Ballard et al. 1997 ; Mech et al. 1998 ; Barten et al. 2001), et au Yukon, au Canada (Hayes et al. 2003) ont fourni de bons modèles pour guider les décisions de gestion des populations de loups gris (*Canis lupus*), d'ours bruns (*Ursus arctos*), d'orignaux (*Alces alces*) et de caribous (*Rangifer tarandus*). Cependant, on sait relativement peu de choses sur les effets des loups et des coyotes (*Canis latrans*) sur le mouflon de Dall (*Ovis dalli*).

Les mouflons de Dall ont été bien étudiés (Nichols 1978 ; Rachlow et Bowyer 1991, 1994, 1998 ; Bowyer et Leslie 1992 ; Nichols et Bunnell 1999 ; Bowyer et al. 2000). Nichols et Bunnell (1999) ont résumé les observations et les rapports de prédation sur les mouflons de Dall et ont suggéré que les loups et les coyotes étaient les seuls prédateurs capables d'exercer une **pression** suffisante pour influencer les densités des populations de mouflons. Néanmoins, les preuves générales de l'effet de la prédation par les canidés sur le mouflon de Dall sont équivoques. Murie (1944) a documenté une prédation importante des loups sur les mouflons de Dall dans le parc national de Denali, en Alaska, aux États-Unis. Young et Goldman (1944) et Nichols (1978) ont noté que les loups pouvaient être des prédateurs sérieux du mouflon de Dall, mais ont observé des occasions où la population de mouflons a augmenté en présence de loups abondants. Heimer et Stephenson (1982) ont indiqué que la prédation des loups a déprimé les populations de mouflons de Dall en Alaska. Cependant, les loups ont tué peu de mouflons de Dall lors d'études menées dans le parc national de Gates of the Arctic, en Alaska (Dale et al. 1995), ou dans le parc national de Denali, en Alaska (Mech et al. 1998). Sumanik (1987) a indiqué que la prédation par les loups était un facteur important de la démographie du mouflon de Dall dans le sud-ouest du Yukon, mais Barichello et Cary (1988) et Hayes et al. (2003) n'ont obtenu aucune indication qu'une réduction des loups ait augmenté le nombre de mouflons de Dall ailleurs au Yukon. Gasaway et al. (1983) ont observé des preuves contradictoires des effets de la prédation par les loups sur les mouflons de Dall.

Les effets des coyotes sur les mouflons de Dall ont été moins bien étudiés que les effets de la prédation des mouflons par les loups. Hoefs et Cown (1979) et Hoefs (1984) ont indiqué que les coyotes étaient le principal prédateur des mouflons de Dall dans le parc national de Kluane, au Yukon, au Canada. Scotton (1998) a rapporté que 43 % des jeunes mouflons de Dall marqués par radio dans la chaîne centrale de l'Alaska sont morts à cause de la prédation par les coyotes ; les loups et les « canidés inconnus » représentaient 17 % supplémentaires. Arthur et Prugh (2010) ont déterminé que les coyotes ont tué 36 % de 80 jeunes mouflons de Dall, mais que dans l'ensemble, les mouflons étaient une composante mineure du régime alimentaire des coyotes **et que les coyotes n'ont pas commencé à tuer des mouflons même lorsque les populations de lièvres d'Amérique (*Lepus americanus*) ont diminué.**

L'ensemble de ces rapports suggère que la prédation par le loup et le coyote peut avoir des effets directs importants sur les taux de survie et les caractéristiques des populations de mouflons de Dall dans certaines circonstances, mais pas dans toutes. Pour documenter les relations entre le mouflon de Dall et les prédateurs dans le parc national et la réserve de Wrangell-Saint Elias (WRSE), en

Alaska, aux États-Unis, nous avons exploité une conjonction fortuite d'enquêtes aériennes planifiées sur le mouflon de Dall et de prélèvements de canidés par des particuliers entre 1998 et 2000, en utilisant un plan longitudinal par paires qui compare **un site de traitement** avec prélèvement de canidés **à un site de référence adjacent** sans prélèvement de canidés. Nous avons émis l'hypothèse que la récolte des canidés affecterait le nombre de mouflons de Dall, et prédit que la récolte augmenterait le nombre et la densité des mouflons de Dall sur le site de traitement, alors qu'aucun changement ne se produirait sur le site de référence.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

Notre étude a été menée dans la partie nord-est de la WRSE, à l'intérieur de l'Alaska, aux États-Unis, près de la frontière du Yukon à 62° 00' N, 141° 25' W (Fig. 1). La zone d'étude est délimitée par la rivière White au sud, la frontière du Yukon à l'est, Solo Flats à l'ouest, et les crêtes nord des montagnes Nutzotin au nord. L'altitude varie de 893 m sur la rivière White à 2609 m à la tête du glacier Klein. La région a un climat continental avec des hivers longs et froids et des étés courts et frais (Gallant et al. 1995). Les précipitations varient selon le site et vont de 150 à 450 mm/an. Les communautés végétales sont largement stratifiées par l'altitude. Les zones situées en dessous de 1200 m sont principalement des forêts mixtes de conifères dominées par l'épinette noire (*Picea mariana*) et l'épinette blanche (*Picea alba*). Le saule (*Salix spp.*) est surtout présent le long des zones riveraines. L'aulne (*Alnus spp.*) est présent au-dessus des forêts de plaine. Au-dessus de la zone d'aulnes, la végétation est dominée par une toundra d'arbustes nains éricacés et de laïches. Au-dessus de ≈2000 m, la végétation disparaît et la couverture végétale se compose principalement de rochers, de neige et de champs de glace permanente (Gallant et al. 1995).

Notre site de référence, Chisana, où aucune récolte de canidés n'a eu lieu, a une superficie de 691 km² et est bordé par les ruisseaux Carl et Snag à l'est, par le ruisseau Beaver au sud, par la rivière Chisana à l'ouest et par une vaste taïga au nord (Terwilliger 2005). Notre site de traitement, le lac Ptarmigan, où les canidés ont été récoltés est de 843 km². Ce site est délimité par les ruisseaux Horsfeld et Beaver, Solo Flats et la frontière Alaska-Yukon. Les deux sites ont été désignés comme des zones à « haute densité » (>0,6-1,1 mouflon/km²) de mouflons (Terwilliger 2005), avec des densités moyennes à long terme ± SE de 0,69 ± 0,07 (n = 5, 1974-1999) et 0,81 ± 0,08 mouflons/km² (n = 12, 1949-2002) pour Chisana et Ptarmigan Lake, respectivement. De 1 à 8 mouflons de Dall par année ont été récoltés par les chasseurs à Chisana, et de 12 à 21 mouflons ont été tués au lac Ptarmigan (Terwilliger, 2005). Les deux unités présentent des caractéristiques physiques similaires (p. ex. indice de rugosité du terrain (Hobson 1972) 1,04 contre 1,02, pourcentage de la pente orientée vers le sud 23,5 contre 23,4, et pourcentage de la pente orientée vers l'ouest 26,6 contre 25,4, respectivement (Terwilliger 2005). En moyenne, les surfaces terrestres du lac Ptarmigan ont des valeurs normalisées de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) plus élevées que celles du site de Chisana, ce qui indique une plus grande productivité primaire nette et une plus grande biomasse verte dans la végétation alpine, que sur le site d'étude de Chisana (Terwilliger 2005). La productivité primaire et la biomasse verte sont le reflet de la quantité de fourrage et il a été démontré qu'elles augmentent les taux de survie, la condition physique et les taux de croissance des mouflons de Dall (Bunnell 1978 ; Hoefs et Cowan 1979 ; Hoefs 1984).

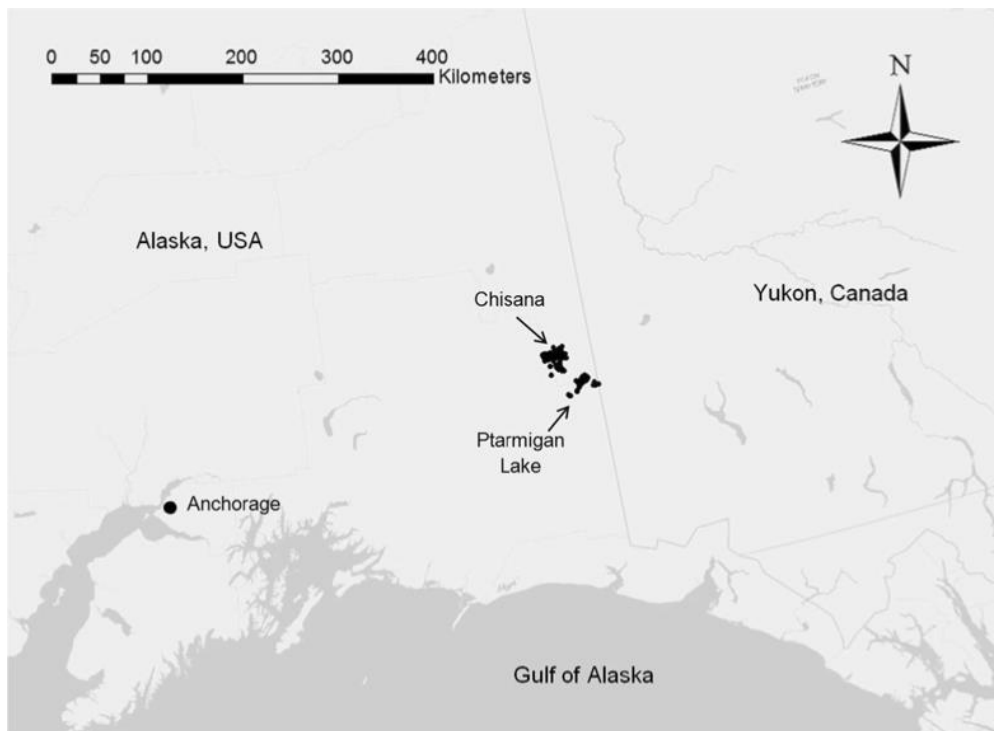


Fig. 1 Zone d'étude et proximité des sites de référence de Chisana et de traitement de Ptarmigan Lake, montrant l'emplacement des mouflons de Dall comptés

Les autres animaux de la communauté mammalienne prédateurs-proies comprennent l'ours brun, le renard roux (*Vulpes vulpes*), le lynx (*Lynx canadensis*), l'orignal, le caribou et le lièvre d'Amérique. Les densités régionales de loups ont été estimées relativement stables à 5,6-6,7 loups/1000 km² de 1986 à 2001 (Farnell et Gardner 2003). Aucune estimation des densités de coyotes, de renards roux, d'ours bruns ou de lynx n'était disponible pour la zone d'étude. Le lièvre d'Amérique a atteint un pic de 3,6 à 3,9 lièvres/ha entre 1999 et 2001 (Krebs et al. 2013). Les populations d'originaux étaient considérées comme stables au moment de l'étude, avec des densités de 0,31-0,34 orignal/km² (fichiers WRSE). La harde de caribous de Chisana se déplaçait sur l'ensemble de la zone d'étude pendant l'été et l'automne et sur le territoire adjacent du Yukon (Canada) en hiver et au printemps. La densité de la harde a été estimée à 0,035 caribou/km² en 1999 et à 0,023 caribou/km² en 2002 (Chisana Caribou Herd Working Group 2012).

Pour décrire les régimes météorologiques de la période d'étude, nous avons utilisé les données météorologiques pour Chisana (62° 08' N, 145° 02' W, 1011 m d'altitude) du Western Regional Climate Center (<http://www.raws.edu/cgi-bin/rawMAIN.pl?ACHI>, consulté le 9 décembre 2011). Les données sur les précipitations ont été estimées avec l'équivalent en eau de la neige (SWE ; la quantité de précipitations tombées sous forme de neige) pour la région (Keen 2008). Le temps hivernal pendant notre étude était typique des zones montagneuses de l'intérieur de l'Alaska. L'hiver 1997-1998 avait un EEN \approx 70 % de la moyenne ; l'hiver 1998-1999 avait un EEN \approx 85 % de la moyenne ; et l'hiver 1999-2000 avait un EEN \approx 130 % de la moyenne (Keen 2008). Habituellement, les températures maximales de novembre à janvier restent inférieures à 0°C. Les températures moyennes des mois de novembre, décembre et janvier 1997-1998 et 1998-1999 sont restées sous le point de congélation, mais chaque mois de l'hiver 1999-2000 a connu des températures maximales supérieures à 0°C. Ces températures plus douces, combinées à un ETS élevé, ont entraîné des conditions de neige profonde et croûtée tout au long de l'hiver (R. Chaney, obs. pers.).

Procédures d'échantillonnage

Les zones d'enquête sur les mouflons de Dall ont été sélectionnées à l'origine à partir d'une série de polygones d'enquête précédemment délimités en fonction de la densité des mouflons (Strickland et al. 1992). Les polygones d'enquête étaient délimités par des caractéristiques géographiques utiles pour la délimitation des frontières et comprenaient donc divers habitats, qui ne conviennent pas tous aux mouflons de Dall (c'est-à-dire des zones forestières). La sélection des unités de traitement par rapport aux unités de référence a été déterminée par la zone choisie par les chasseurs privés qui chassent les loups et les coyotes. Les enquêtes sur les mouflons ont été menées chaque année en juin ou en juillet. Il s'agissait de simples relevés aériens en croisière dans un avion à voilure fixe (Piper Super Cub© ou Arctic Tern©) qui couvrait tout l'habitat convenant aux mouflons de Dall (Strickland et al. 1992 ; Udevitz et al. 2006). Tous les mouflons de Dall observés ont été comptés et classés en tant que mâles d'un quart, d'une moitié, de trois quarts ou d'une boucle complète, en tant qu'individus « ressemblant à des femelles » (toutes les femelles de plus d'un an et les mâles d'un an), ou en tant que jeunes (<1 an). Pour tous les mouflons seuls et les groupes observés, les coordonnées GPS ont été enregistrées avec les systèmes de navigation de l'avion.

Détectabilité et densité des mouflons de Dall

Récolte de canidés

Les loups et les coyotes ont été chassés légalement selon les règlements de chasse sportive du Département de la pêche et de la chasse de l'Alaska. Les canidés ont été abattus, piégés ou pris au collet entre octobre et avril chaque hiver, à partir de 1998-1999. Les données sur le nombre, le sexe et l'âge estimé des loups et des coyotes abattus par an dans le cadre du traitement du lac Ptarmigan ont été fournies par les chasseurs privés ayant coopéré. L'environnement statistique R 2-15.3 a été utilisé pour toutes les analyses (R Core Team 2013). Nous avons utilisé un alpha de 0,05 pour les tests de signification.

RESULTATS

L'évolution des dénombrements bruts et des classifications des mouflons de Dall en relation avec les récoltes de canidés pour les deux sites d'étude a révélé que les femelles et les mouflons ressemblant à des femelles dominaient dans les dénombrements aériens, suivis des mâles adultes et des jeunes de l'année. La densité des mouflons de Dall sur nos zones d'étude variait de 0,99 à 3,53 mouflons/km², selon la zone (de référence ou de traitement) et l'année d'étude (Fig. 2). Au cours de l'hiver 1998-1999, 10 loups et 91 coyotes ont été abattus dans la région du lac Ptarmigan. Durant l'hiver 1999-2000, 16 autres loups et 62 coyotes ont été prélevés dans cette zone (Fig. 2).

De grands changements dans la densité des mouflons de Dall ont eu lieu dans la zone de traitement. Entre 1998 et 1999, la densité des mouflons a augmenté de $0,746 \pm 0,163$ (SE) mouflons/km². Le changement le plus important s'est produit entre 1999 et 2000. Au cours de cette période, les mouflons ont diminué de $2,1 \pm 0,14$ mouflons/km². Entre 1998 et 2000, la densité de mouflons a diminué de $1,3 \pm 0,08$ mouflons/km². Tous les changements dans la zone de traitement étaient significatifs à $\alpha = 0,001$ après correction de Bonferroni pour l'inférence simultanée (1998 vs 1999 : $t_{40,3}=4,56$, $P = 1,4 \times 10^{-4}$; 1999 vs 2000 : $t_{29,6}=14,9$, $P = 7,2 \times 10^{-15}$; 1998 vs 2000 : $t_{40,6} = 11,34$, $P = 1,1 \times 10^{-13}$; tableau 1). La corrélation entre la densité des mouflons dans la zone de traitement et les abatages de canidés (Fig. 2) était extrêmement élevée pour les coyotes ($r = 0,99$) et les loups ($r =$

0,86), bien que la petite taille de l'échantillon d'années ait empêché la détection d'une association linéaire significative.

Aucun changement significatif n'est apparu au fil du temps dans la zone de référence, même sans correction pour l'inférence simultanée (1998 vs 1999 : $t_{81,9} = 0,723$, $P = 0,47$; 1999 vs 2000 : $t_{13,4} = 0,61$, $P = 0,55$; 1998 vs 2000 : $t_{13,4} = 0,731$, $P = 0,48$; tableau 1). La grande variance du site de référence en 2000 ne permet pas d'être certain des changements globaux de la densité de mouflons, mais tout changement plausible serait mineur par rapport à ceux observés sur la zone de traitement (Fig. 2).

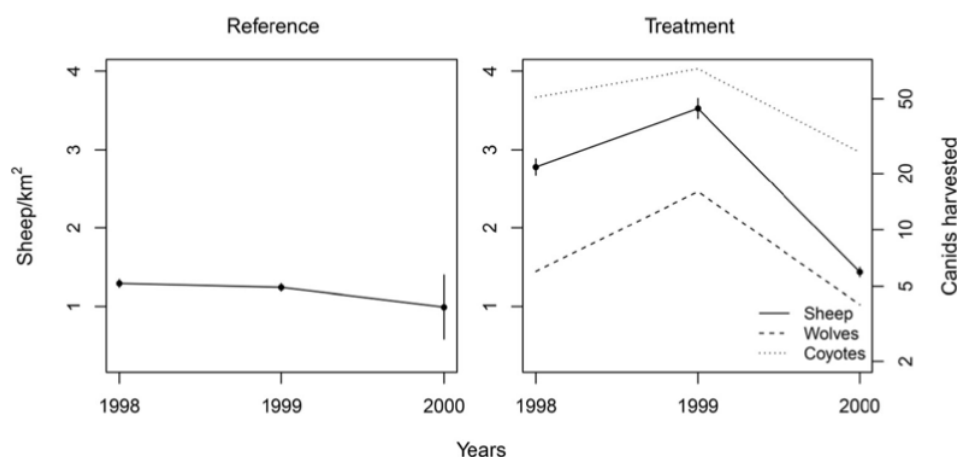


Fig. 2 Densité moyenne (\pm SEs) pour le mouflon de Dall et le nombre de canidés récoltés (loups et coyotes) dans les sites d'étude de référence (Chisana) et de traitement (Ptarmigan Lake), Parc National de Wrangell-Saint Elias, Alaska, USA

DISCUSSION

La **nature complexe** de l'écologie prédateur-proie exige que les actions de gestion soient basées sur des données actuelles ou récentes, géographiquement et temporellement spécifiques. Nous avons exploité une opportunité de combiner des données provenant d'activités privées avec des enquêtes de routine pour en apprendre davantage sur les relations entre le mouflon de Dall et les canidés dans le WRSE. Notre étude a été plus courte que les quatre années recommandées par le National Resource Council (1997) pour les études de la dynamique prédateur-proie. Ceci est dû au fait que la récolte des canidés était un effort organisé et financé par le secteur privé, hors de notre contrôle. Nous notons que des facteurs logistiques, économiques, sociaux et politiques font que les prélèvements privés de prédateurs sont de durée variable et incertaine, et à différentes échelles géographiques, pour atteindre des objectifs privés plutôt que des objectifs de gestion publique. Nous pensons donc que nos résultats restent pertinents pour les gestionnaires de la faune.

Comme Heimer et Stephenson (1982), Hoefs (1984) et Sumanik (1987), nous avons observé que la réduction du nombre de canidés sauvages dans la zone de traitement a entraîné une augmentation des densités localisées de mouflons de Dall. Nous émettons l'hypothèse que ce résultat est dû à la réduction de la prédation directe par les loups et les coyotes sur les mouflons de Dall adultes et jeunes dans la zone de traitement. La récolte annuelle de mouflons mâles adultes n'a pas eu d'effet négatif sur le nombre de mouflons dans les deux zones (Terwilliger 2005), et il est peu probable que la récolte des mâles seulement réduise les densités d'ongulés (McCullough 1979 ; Kie et al. 2003).

La diminution du nombre de canidés peut avoir réduit le risque de prédation (Brown et al. 1999 ; Creel et Christianson 2008), permettant ainsi aux mouflons de Dall de s'éloigner des terrains de fuite. Rachlow et Bowyer (1998) ont également signalé que les mouflons de Dall femelles s'éloignaient davantage des terrains de fuite pour s'alimenter au cours d'une année où les conditions météorologiques étaient mauvaises. Cette tendance a pu être particulièrement bénéfique dans notre zone de traitement, qui présentait de faibles niveaux de terrain de fuite (Terwilliger 2005). La zone de traitement du lac Ptarmigan présentait également une productivité primaire et une biomasse verte plus élevées, par rapport à la zone de référence, telles que mesurées par les scores NDVI moyens (Terwilliger 2005), permettant potentiellement de fortes augmentations des densités de mouflons réduisant la prédation.

Les densités de loups dans notre zone d'étude sont similaires à d'autres densités régionales de loups (Farnell et Gardner 2003). La proportion exacte de la population de canidés qui a été réduite par la chasse est inconnue. Le nombre de canidés peut être influencé par l'immigration, l'émigration et la reproduction en fonction de la densité (Fuller et al. 2003 ; Knowlton 1972). Nous restons cependant convaincus que la chasse aux loups et aux coyotes a contribué à des changements à grande échelle dans l'abondance et la densité des mouflons de Dall sur le site de traitement ; en effet, nous ne connaissons aucun autre facteur qui aurait pu le faire sans affecter de manière similaire le site de référence.

Conformément à Murie (1944), Nichols (1978), Barichello et Cary (1988), Nichols et Bunnell (1999), et Bowyer et al. (2000), nous avons observé un hiver rigoureux avec une neige profonde et croûtée qui a entraîné une diminution de l'abondance des mouflons de Dall. La neige profonde (Nichols 1978 ; Nichols et Bunnell 1999) et l'encroûtement dû à des températures plus chaudes réduisent directement les possibilités de recherche de nourriture et augmentent les coûts énergétiques de l'alimentation (Bowyer et Leslie 1992 ; Bowyer et al. 2000). Coulson et al. (2001) ont également documenté des changements dans la densité des mouflons Soay (*Ovis aries*) lorsque la densité de population est élevée et que les conditions météorologiques sont mauvaises.

Nos estimations de la densité des mouflons sont plus élevées que les comptages moyens résumés par Terwilliger (2005) car nous avons utilisé des méthodes de calcul plus sophistiquées. Terwilliger (2005) a déterminé les densités moyennes en divisant simplement les données de comptage minimum par la taille de l'ensemble de la zone d'étude, alors que nos estimations de densité incorporent des corrections de visibilité, des variances d'échantillonnage, et une zone d'étude plus petite basée sur la distribution des mouflons dans l'habitat réel des mouflons à l'intérieur des limites plus larges de l'unité d'étude (voir « Matériaux et méthodes »). De plus, nous n'avons pas pu mesurer les taux de prédation sur les mouflons de Dall ; nous n'avons donc pas tenté de déterminer les effets de la récolte de canidés sur les classes de sexe et d'âge. Les mouflons de type femelle télédétectés comprenaient des femelles de tous âges ainsi qu'une proportion inconnue de jeunes mâles avec de petites cornes. Ces groupes sont impossibles à distinguer des relevés aériens, ce qui empêche l'estimation des changements dans la structure d'âge ou de sexe.

Conséquences sur la gestion

Dans notre étude, les effets d'un hiver rigoureux (1999-2000) ont apparemment été suffisants pour contrecarrer toute augmentation du nombre de mouflons de Dall dans le site de traitement résultant de la réduction des densités de canidés. Nous supposons que cet effet a été plus sévère au lac Ptarmigan parce que la réduction des canidés a permis à une population déjà dense de mouflons

de Dall d'approcher ou peut-être de dépasser la capacité de charge (**K**; McCullough 1979 ; Bowyer et al. 2005). De telles interactions entre la prédation, la capacité de charge et la dynamique des populations ont déjà été signalées (Boertje et al. 1996 ; Vucetich et Peterson 2004 ; Bowyer et al. 2005, 2013). De nombreuses études ont démontré les liens entre la dynamique prédateur-proie et l'état de l'habitat (Ballard et Larsen 1987 ; Hayes et al. 2003 ; Vucetich et Peterson 2004 ; Pierce et al. 2012). Cependant, la plupart des études ne tiennent toujours pas compte des interactions entre les prédateurs, les proies et K lorsqu'elles tentent d'expliquer la dynamique des populations d'ongulés, en particulier dans le contexte de la conservation (Kie et al. 2003 ; Regelin et al. 1995 ; Eberhardt et al. 2007 ; Bowyer et al. 2013). Nos résultats suggèrent que les décisions concernant les stratégies de gestion des populations d'ongulés ne devraient pas être prises sans tenir compte de K. Nous notons que les biologistes ont précédemment tenté de manipuler les populations d'originaux et de caribous en Alaska central en utilisant la récolte et le contrôle des prédateurs (Boertje et al. 1996, 2009), sans tenir compte de K (Bowyer et al. 2005). Cette stratégie a eu des résultats négatifs, non seulement pour les populations d'originaux et la récolte, mais aussi pour la crédibilité des agences (Young et Boertje 2011). Les gestionnaires réalisent maintenant que la capacité de charge (Seaton et al. 2011) est une composante intégrale de la gestion efficace des populations d'originaux, et la **métrique** est maintenant intégrée dans les décisions de gestion concernant les originaux (Boertje et al. 2009, 2010).

Les décisions de gestion concernant le prélèvement des carnivores doivent tenir compte à la fois des rôles écologiques positifs des prédateurs et des effets négatifs potentiels sur les populations de carnivores, l'écologie des communautés et la conservation (Roemer et al. 2009 ; Ordiz et al. 2013). Cela devrait aider les gestionnaires de la faune sauvage à éviter les conséquences involontaires inhérentes à diverses mesures de gestion.

CONCLUSIONS

Les effets directs et éventuellement indirects de la prédation sur le mouflon de Dall varient en fonction des caractéristiques écologiques spécifiques d'une zone. Comme nous l'avons vu précédemment, ce résultat peut être particulièrement vrai pour les systèmes à prédateurs et proies multiples dans des paysages complexes. Ainsi, l'estimation des effets de la prédation ou des efforts de réduction des prédateurs peut être extrêmement difficile. La composition et l'abondance des communautés de prédateurs et de proies, la productivité des plantes, les caractéristiques de l'habitat et les conditions météorologiques interagissent pour déterminer les résultats immédiats et à long terme (Errington 1946 ; Jedrzejska et Jedrzejska 1998 ; Dale et al. 1995 ; Mech et al. 1998 ; Bowyer et al. 2005). Néanmoins, nous concluons que dans les cas où les populations de mouflons de Dall sont inférieures à K et ne sont pas limitées par la productivité du fourrage ou les conditions météorologiques, la réduction du nombre de canidés peut augmenter considérablement le nombre de mouflons, **ne serait-ce que temporairement**. Nous mettons en garde contre le fait que la réduction des prédateurs et l'augmentation du nombre d'ongulés peuvent avoir des effets délétères si les populations d'ongulés remontent ensuite rapidement vers K. **Dans ces circonstances, les phénomènes météorologiques peuvent avoir une influence négative sur les populations d'ongulés car les individus proches de K sont en mauvaise condition physique**. Le fait que la réduction des prédateurs soit une stratégie de conservation et de gestion judicieuse dépend de la communauté prédateur-proie, des caractéristiques écologiques de la zone et des buts et objectifs de gestion locaux. Nous concluons également que lorsque de telles mesures sont jugées appropriées, les citoyens privés peuvent être en mesure de réduire les populations de prédateurs dans le cadre de réglementations de chasse sportive et de piégeage sans avoir recours au soutien d'une agence ou à d'autres subventions, à de petites échelles géographiques (<1000 km²) (Regelin et al. 1995).