

Estimation des densités de loups en hiver à l'aide des données de radio-téléométrie

Wildl. Soc. Bull. 16:367-370, 1988

ESTIMATING WINTER WOLF DENSITIES USING RADIOTELEMETRY DATA

TODD K. FULLER, *Forest Wildlife Populations and Research Group, Minnesota Department of Natural Resources, Grand Rapids, MN 55744*

WILLIAM J. SNOW, *Forest Wildlife Populations and Research Group, Minnesota Department of Natural Resources, Grand Rapids, MN 55744*

Résumé

Le sous-échantillonnage de vastes ensembles de localisations radio-téléométriques de loups dans le Minnesota a indiqué que 30-35 localisations radio individuelles obtenues à au moins 2 jours d'intervalle décrivent environ 87-90% du territoire d'une meute en hiver. Les territoires définis de cette manière sont probablement suffisants pour déterminer la distribution des meutes de loups dans une région. La densité globale de loups peut être déterminée si la taille des meutes et le nombre de loups solitaires sont estimés. La taille de la meute, la taille du territoire et le nombre de loups radiomarqués par meute ont eu peu d'impact sur le nombre minimum de sites nécessaires pour décrire les territoires.

INTRODUCTION

Aucune estimation statistiquement valable de la densité des loups (*Canis lupus*) dans les zones forestières n'a été faite à l'échelle d'un état ou d'une province. Mieux encore, des estimations précises n'ont été obtenues qu'en conjonction avec des études écologiques intensives et spécifiques à une zone (Fritts et Mech 1981, Peterson et al. 1984, Messier 1985, Mech 1986). Des observations répétées au sol (Carbyn 1974) et des hurlements (Theberge et Strickland 1978) ont été utilisés pour évaluer le nombre de loups là où la radio-téléométrie n'était pas possible ou pratique. Cependant, de telles estimations peuvent être difficiles à obtenir et imprécises sur de grandes zones (par exemple, Fuller et Sampson 1988). Si l'opportunité et un financement suffisant sont disponibles, la meilleure façon d'estimer le nombre de loups est de localiser des individus marqués par radio à plusieurs reprises à partir d'un avion en hiver pour identifier les meutes, délimiter les territoires et compter les membres de la meute (Mech 1982). Les enquêtes applicables à l'estimation à grande échelle des populations de loups sont facilement conçues (par exemple, sous-échantillonnage des densités de loups et extrapolation à de plus grandes zones), mais une contrainte majeure dans les enquêtes utilisant la radio-téléométrie est le coût de la location d'un avion. Par conséquent, il est utile de connaître le nombre minimum d'emplacements requis pour déterminer les limites du territoire, car les estimations de la taille du territoire dépendent du nombre d'emplacements (Schoener 1981, Swihart et Slade 1985).

Les courbes d'observation de la surface (Odum et Kuenzler 1955) fournissent des estimations de la taille adéquate de l'échantillon pour déterminer les limites du territoire, mais

ces estimations varient pour les loups. Fritts et Mech (1981) ont trouvé que 35-120 fixations radio ($\bar{x} = 79$) étaient nécessaires pour décrire les limites des territoires des loups ; leur analyse, cependant, incluait des localisations collectées sur des périodes de $\leq 1,5$ ans pendant une période où la population de loups était en expansion **et où des changements annuels dans les limites des territoires se produisaient**. Messier (1985) a calculé que les territoires « d'une année » étaient habituellement définis après 40 à 80 localisations quotidiennes, en fonction du statut reproductif de la meute et de la saison. Scott et Shackleton (1982) ont déterminé qu'une asymptote pendant les périodes de mise bas et de post-mise bas était atteinte avec 10-60 localisations. Carbyn (1983) a trouvé que la taille du territoire hivernal de 2 meutes « augmentait peu » après avoir obtenu 25-30 emplacements.

Ces analyses reflètent toutes des efforts pour déterminer des limites de territoire relativement complètes. Pour un recensement, cependant, les territoires ont seulement besoin d'être décrits de façon à ce que l'on puisse déterminer si une autre meute de loups peut résider entre 2 territoires. Nous avons analysé les données télémétriques collectées dans le centre-nord du Minnesota afin de déterminer le nombre minimum de sites nécessaires pour estimer les limites des territoires des loups et les densités de loups. Nous avons examiné les effets des intervalles de temps entre les localisations, la taille de la meute, la taille du territoire et le nombre de loups radio-équipés par meute sur les estimations de la taille du territoire.

AIRE D'ETUDE et METHODE

Les données ont été collectées entre 1980 et 1985 dans le cadre d'une étude à long terme sur la dynamique des populations de loups dans le centre-nord du Minnesota (Fuller 1988). La recherche était centrée sur la zone d'étude de Bearville, où la végétation est principalement constituée de forêts boréales de conifères et de feuillus.

Les loups ont été capturés et munis d'un collier-radio, puis localisés à plusieurs reprises depuis les airs. Nous avons analysé les données obtenues entre le 15 septembre et le 15 avril de chaque année, lorsque les meutes étaient les plus soudées. Les localisations radio ont été enregistrées pendant les heures de clarté, parfois (7%) deux fois par jour, mais surtout (45%) à des intervalles d'un jour ; 23% ont été à des intervalles de 2, 3 ou 4 jours entre les localisations successives, et 25% ont été à des intervalles ≥ 5 jours. Lorsque ≥ 2 membres de la meute ont été radio-marqués, > 1 localisation a été enregistrée uniquement lorsque les individus marqués étaient séparés de 20,3 km. Les loups ont été localisés le plus souvent en février (25% de toutes les localisations) et en janvier (18%), avec 10-12% des localisations effectuées chaque mois entre octobre et décembre et entre mars et avril.

Les localisations ont été reportées sur des cartes topographiques et transformées en coordonnées métriques. Les territoires hivernaux ont été délimités sur la base des localisations radio obtenues chaque année. Nous avons exclu les endroits considérés comme le résultat de **mouvements extraterritoriaux** (par exemple, particulièrement isolés d'autres endroits ou à l'intérieur d'autres territoires de meutes) (Peterson et al. 1984). Nous avons basé les estimations de la taille du territoire sur des polygones de surface minimale (Odum et Kuenzler 1955), et nous avons comparé (tests- t) les paires par rapport aux meutes plus importantes.

Pour les meutes qui avaient >1 loup radio-marqué, nous avons utilisé seulement les données d'un individu/territoire chaque hiver pour assurer l'indépendance des observations. De même, si 3 loups étaient marqués, seules les données d'une des 3 paires de loups possibles (sélectionnées au hasard) ont été utilisées pour comparer les effets du marquage de 2 loups.

Les observations radio-téléométriques autocorrélées entraînent une sous-estimation de la taille du domaine vital (Swihart et Slade 1985) ; par conséquent, des emplacements indépendants permettent une collecte de données plus rapide et plus efficace. Comme notre mesure du domaine vital n'était pas statistique (c'est-à-dire qu'elle n'était pas déterminée à l'aide d'un modèle probabiliste [Swihart et Slade 1985]), nous avons utilisé une méthode simple pour déterminer l'interdépendance. Nous avons d'abord calculé la distance moyenne parcourue entre les sites 1, 2, 3, 4, 5 et 6 jours d'intervalle pour chaque loup, puis nous avons déterminé l'intervalle le plus court entre les sites pour lequel la distance moyenne parcourue n'était pas significativement différente (tests- t) de celle des sites situés à ≥ 6 jours d'intervalle. La longueur minimale de l'intervalle était en moyenne de 1,61 jour pour 18 hivers de meutes (1 meute suivie pendant 1 hiver), et les intervalles individuels n'étaient pas corrélés ($P > 0,50$) avec la taille du territoire, la taille de la meute ou la densité. Par conséquent, nous n'avons utilisé que des emplacements distants de ≥ 2 jours dans les analyses ultérieures.

Pour déterminer la relation entre le nombre de localisations et la taille estimée du territoire, des ensembles de données de 43 à 71 localisations ont été sous-échantillonnés. Ces ensembles de données ont permis d'identifier toutes les meutes de la zone d'étude (Fuller 1988), bien que les limites du territoire n'aient peut-être pas été complètement délimitées. Dans chaque ensemble de données, nous avons sélectionné au hasard ≤ 20 échantillons de 10, 15, 20, ... 60 locations, et nous avons calculé les surfaces moyennes pour les échantillons de chaque groupe. Nous avons également calculé le pourcentage d'augmentation de la surface moyenne en fonction de la taille des échantillons successifs et déterminé le nombre minimum de sites nécessaires pour que l'augmentation de la taille du territoire sur les 5 derniers sites soit inférieure à 5%. Cela indique l'approche d'une asymptote et suggère que des tailles d'échantillon adéquates ont été utilisées. Nous avons testé l'intervalle auquel ce critère était atteint (tests t et régression multiple) pour les effets de la taille de la meute, de la taille du territoire, de la densité et du nombre total de sites dans un ensemble de données.

Pour chaque surface moyenne, nous avons également déterminé le pourcentage de la taille maximale du polygone convexe qu'elle décrivait par rapport à toutes les données disponibles pour une meute au cours d'un hiver donné ; s'ils sont représentés graphiquement, ces pourcentages sont essentiellement des courbes standardisées surface-observation. Pour des tailles d'échantillon données, nous avons utilisé des analyses de régression pour comparer les pourcentages de la surface totale décrite transformés en arcsinus avec la taille du territoire, la taille de la meute ou la densité. Ces paramètres peuvent potentiellement influencer les estimations de la taille du territoire. Comme les membres des meutes sont parfois séparés en hiver, nous avons également comparé (tests- t) les tailles de territoire estimées pour les meutes avec 1 ou 2 loups marqués pour des nombres donnés de vols de localisation par meute.

RESULTATS

Neuf meutes ont été suivies pendant 1 à 4 hivers, ce qui a permis d'obtenir des données pour 18 hivers de meutes et donc 18 territoires ; pour 6 de ces territoires, ≥ 2 loups ont été radio-

équipés. Les densités de loups varient de 26 à 91 loups/1 000 km² dans des territoires individuels de 61 à 182 km² ; la taille des meutes au milieu de l'hiver varie de 2 à 9. La taille des territoires des meutes ≥ 4 ($\bar{x} = 128$ km², $n = 15$) était plus grande ($P = 0,018$) que celle des paires ($\bar{x} = 80$ km², $n = 3$), mais la taille des territoires des meutes ≥ 4 n'était pas corrélée avec la taille de la meute ($r = -0,25$, 13 df, $P > 0,50$).

L'augmentation de la taille des sous-ensembles de données a entraîné des augmentations de $<5\%$ de la taille du territoire soit par 30 ($n = 8$) ou 35 emplacements ($n = 10$) pour les territoires pour les territoires dérivés des données des loups individuels. L'intervalle auquel ce critère a été atteint n'était pas lié à la taille de la meute, à la taille du territoire ou à la densité ($P > 0,50$), ni au nombre total d'emplacements dans un ensemble de données ($P > 0,10$). Le pourcentage d'un territoire décrit à 30 et 35 endroits pour tous les loups variait de 77 à 95 ($\bar{x} = 87$) et de 78 à 99 ($\bar{x} = 90$), respectivement. Ces pourcentages ne sont pas corrélés ($P > 0,50$) avec la taille de la meute, du territoire ou de la tanière. Lorsque nous avons analysé des échantillons de 30 emplacements pour chacune des 6 meutes avec ≥ 2 loups marqués, les tailles de territoire estimées en utilisant les données de 1 ou 2 loups n'étaient pas différentes ($P > 0,18$).

DISCUSSION

Nos résultats indiquent que les territoires décrits à partir de 30 à 35 positions radio devraient être suffisamment grands (85-90% de la taille totale) pour déterminer si une autre meute de loups pourrait résider entre 2 territoires. En effet, la géométrie des limites du territoire est peu affectée (par exemple, $\leq 8\%$ de diminution du diamètre du territoire) par des diminutions de 15% de la surface totale.

Nous n'avons pas trouvé de différences dans les exigences en matière de données (taille de l'échantillon) par rapport à des changements de la taille de la meute de 4,5 fois, des changements de la taille du territoire de 3 fois, ou des changements de la densité de 3,5 fois. Des résultats comparables ont été rapportés dans d'autres régions ayant des territoires de 110 à 625 km² (Carbyn 1983, Messier 1985). Dans le nord-est de l'Alberta, où les territoires des loups s'étendaient de 357 à 1 779 km² (Fuller et Keith 1980), 81 à 91% de la taille estimée du territoire ont été décrits après 35 localisations (T. K. Fuller et L. B. Keith, Univ. of Wisc., données inédites).

Pour estimer les densités de loups sur de vastes zones, les États ou les provinces peuvent être stratifiés sur la base de la densité relative connue des loups, en combinaison avec les densités de proies et d'humains. Les strates peuvent être subdivisées en quadrats suffisamment grands pour inclure un minimum de 4 à 5 meutes de loups, puis ≥ 2 quadrats d'échantillonnage peuvent être sélectionnés au hasard dans chaque strate et ≥ 2 loups marqués dans chaque meute des quadrats sélectionnés. Les zones de recensement pour les strates d'échantillonnage peuvent être définies à partir des limites des territoires, et les densités peuvent être estimées à partir des comptages de la taille des meutes. Une telle conception peut être évaluée du point de vue de l'efficacité statistique, c'est-à-dire en déterminant le nombre minimum de meutes marquées nécessaire pour documenter les changements de population d'une magnitude donnée.

Au moins deux loups par meute devraient être marqués en raison des taux relativement élevés de mortalité et de dispersion des loups. Si les zones entre les meutes sont suffisamment grandes pour accueillir une meute de loups (une fois que les territoires sont correctement décrits), l'observation aérienne et les contrôles au sol permettront de déterminer si une meute est présente.

Lorsque toutes les meutes sont identifiées, le nombre total de loups dans les meutes doit être déterminé. Dans notre étude, les loups ont été vus le plus souvent en janvier et février (76% des sites), moins (59%) en décembre et mars, et le moins (19-41%) en octobre, novembre et avril lorsque la couverture neigeuse était inégale ou inexistante. D'octobre à avril, les meutes ont été dénombrées plus souvent (tests-*t*, $P < 0,001$) lorsque la taille de la meute était seulement de 2 ($\bar{x} = 46\%$ de toutes les localisations hivernales, intervalle = 33-63%) que lorsqu'elle était ≥ 4 ($\bar{x} = 18\%$, intervalle = 6-29%). Dans les deux cas, 30 à 35 emplacements devraient permettre de déterminer la taille maximale de la meute (c'est-à-dire $0,18 \times 30 = 5,4$ fois que la meute entière serait observée).

Les meutes de loups étant territoriales, la détermination de la taille des meutes et de leur nombre sur une zone donnée permet d'obtenir un décompte presque total des loups ; seul le nombre de loups solitaires reste inconnu. Bien que l'on estime que les loups solitaires représentent jusqu'à 30% d'une population hivernale (Fuller 1988), de nombreux chercheurs les ont ignorés dans la détermination de la densité (Fritts et Mech 1981, Peterson et al. 1984, Mech 1986). Un effort de piégeage uniforme à l'intérieur et à l'extérieur des territoires des loups dans une zone d'étude et un suivi ultérieur des loups munis de colliers radio peuvent, en combinaison avec les données démographiques, donner l'estimation la plus impartiale de la proportion de loups solitaires dans une population (Fuller 1988).

Nous n'avions pas suffisamment de données pour déterminer s'il y avait des différences saisonnières dans l'utilisation du territoire. Le moment et la fréquence d'obtention des localisations télémétriques des loups seront toutefois davantage influencés par le besoin de données supplémentaires telles que le pourcentage de petits dans la population d'automne, la taille minimale de la meute au printemps, les taux de mortalité et leurs causes, le comportement d'accouplement, l'emplacement de la tanière et les taux de prédation.

LITERATURE CITED

- CARBYN, L. N. 1974. Wolf population fluctuations in Jasper National Park, Alberta, Canada. *Biol. Conserv.* 6:94-101.
- . 1983. Wolf predation on elk in Riding Mountain National Park, Manitoba. *J. Wildl. Manage.* 47:963-976.
- FRITTS, S. H., AND L. D. MECH. 1981. Dynamics, movements and feeding ecology of a newly protected wolf population in northwestern Minnesota. *Wildl. Monogr.* 80. 79pp.
- FULLER, T. K. 1988. Wolf population dynamics in northcentral Minnesota. Ph.D. Thesis, Univ. Wisconsin, Madison. 147pp.
- , AND L. B. KEITH. 1980. Wolf population dynamics and prey relationships in northeastern Alberta. *J. Wildl. Manage.* 44:583-602.
- THEBERGE, J. B., AND D. R. STRICKLAND. 1978. Changes in wolf numbers, Algonquin Provincial Park, Ontario. *Can. Field-Nat.* 92:395-398.
- VOORHEES, AND B. A. SAMPSON. 1988. Evaluation of a simulated howling survey for wolves. *J. Wildl. Manage.* 52:60-63.
- MECH, L. D. 1982. Wolves (radio-telemetry). Pages 227-228 in D. E. Davis, ed. *Handbook of census methods for terrestrial vertebrates.* CRC Press, Boca Raton, Fla.
- . 1986. Wolf population in the central Superior National Forest, 1967-1985. *U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-270.* 6pp.
- MESSIER, F. 1985. Social organization, spatial distribution, and population density of wolves in relation to moose density. *Can. J. Zool.* 63:1068-1077.
- ODUM, E. P., AND E. J. KUENZLER. 1955. Measurement of territory and home range size in birds. *Auk* 72:128-137.

