

## Dispersion natale en plusieurs étapes et à longue distance d'un loup scandinave porteur d'un collier GPS

### Multistage, Long-Range Natal Dispersal by a Global Positioning System–Collared Scandinavian Wolf

PETTER WABAKKEN,<sup>1</sup> *Hedmark University College, Faculty of Forestry and Wildlife Management, Evenstad, N-2480 Koppang, Norway*  
 HÅKAN SAND, *Grimso Wildlife Research Station, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Conservation Biology, SE-73091 Riddarhyttan, Sweden*  
 ILPO KOJOLA, *Finnish Game and Fisheries Research Institute, Oulu Game and Fisheries Research, Tutkijantie 2 A, FIN-90570 Oulu, Finland*  
 BARBARA ZIMMERMANN, *Hedmark University College, Faculty of Forestry and Wildlife Management, Evenstad, N-2480 Koppang, Norway*  
 JON M. ARNEMO, *Norwegian School of Veterinary Science, Section of Arctic Veterinary Medicine, Department of Food Safety and Infection Biology, NO-9292 Tromsø, Norway, and Hedmark University College, Faculty of Forestry and Wildlife Management, Evenstad, N-2480 Koppang, Norway*  
 HANS C. PEDERSEN, *Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway*  
 OLOF LIBERG, *Grimso Wildlife Research Station, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Conservation Biology, SE-73091 Riddarhyttan, Sweden*

(JOURNAL OF WILDLIFE MANAGEMENT 71(5):1631–1634; 2007)

#### Résumé

Nous documentons une nouvelle dispersion record pour les loups dans le monde. La distance de dispersion natale en ligne droite d'une louve de la population Scandinave équipée d'un GPS était de 1092 km depuis le sud-est de la Norvège au nord-est de la Finlande, avec une distance parcourue réelle de >10 000 km. Un flux génétique naturel vers la population de loups Scandinaves isolés et consanguins peut se produire si la survie des disperseurs est améliorée.

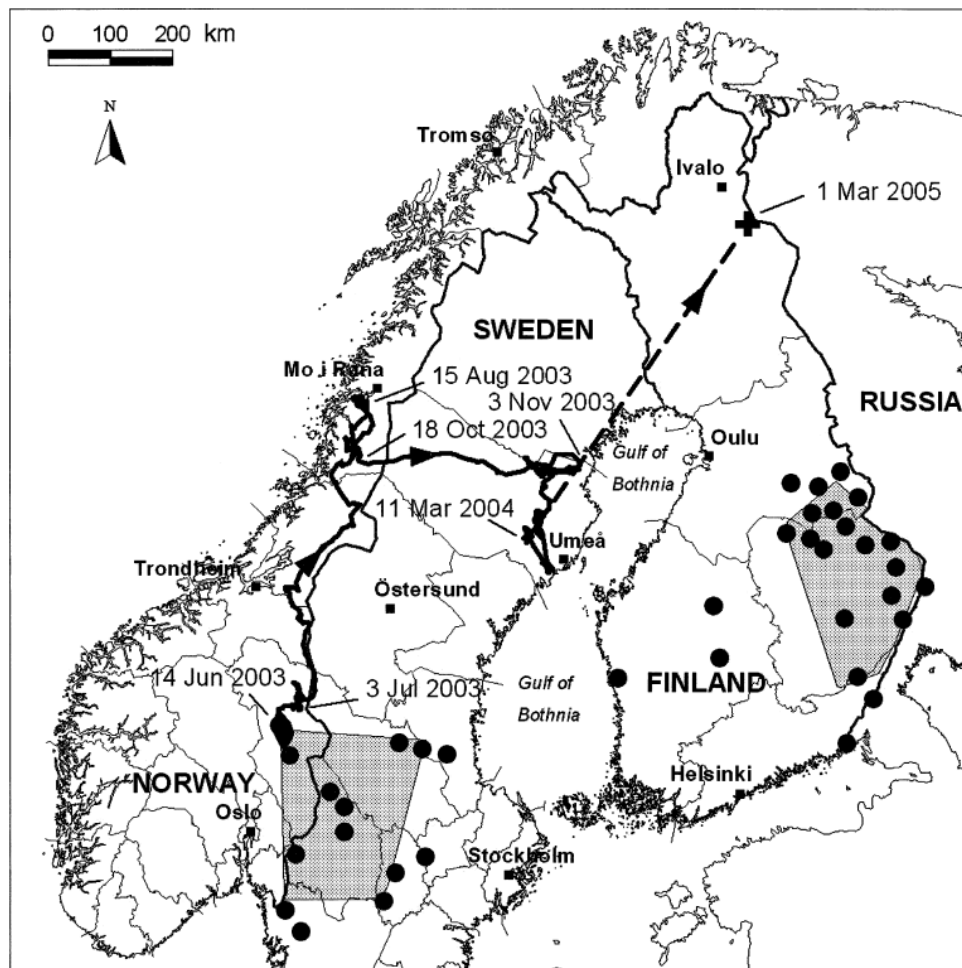
#### INTRODUCTION

La dispersion influence la régulation des populations animales, la recolonisation, l'organisation sociale, la distribution spatiale, le flux de gènes, et la longévité (Shields 1987, Lande 1988, Gese et Mech 1991, Stenseth et Lidicker 1992). Les canidés peuvent se disperser loin de leur domaine vital de naissance, avec des distances en ligne droite de 1530 km ayant été enregistrées pour le renard arctique (*Alopex lagopus*; Wrigley et Hatch 1976) et plus de 800 km pour des loups des deux sexes (*Canis lupus*; Fritts 1983, Ream et al. 1991). Les déplacements à longue distance des loups ont rarement été étudiés en détail pour des raisons financières et technologiques (Merrill et Mech 2000, Frame et al. 2004) et les distances de dispersion des carnivores publiées sont biaisées en faveur des déplacements sur de courtes distances (Linnell et al. 2005). Cependant, la technologie nouvelle et améliorée du système de positionnement global (GPS) permet de telles études (Merrill et al. 1998, Zimmermann et al. 2001, Kojola et al. 2006). Ici, nous présentons les détails d'un cas de dispersion natale à plusieurs étapes et à longue distance par une louve en Fennoscandie, le premier louveteau équipé d'un collier GPS d'Europe. La distance de dispersion documentée est un nouveau record pour les loups du monde entier.

#### ZONE D'ÉTUDE

Les 3 pays frontaliers Norvège, Suède et Finlande forment ensemble la Fennoscandie (superficie 1 175 000 km<sup>2</sup>; 55°–72°N, 58–31°E; Fig. 1), y compris la Péninsule Scandinave (Suède et Norvège). La Fennoscandie est principalement couverte par la forêt boréale de conifères et des zones alpines. La densité de population humaine est en moyenne de 15 habitants/km<sup>2</sup>, mais dans la plupart des régions y compris les principales zones à loups, elle est de 1 habitant/km<sup>2</sup>. Dans l'aire de reproduction des loups dans les 3 pays, l'original (*Alces alces*) était la principale proie, mais le chevreuil

(*Capreolus capreolus*) et le renne des forêts sauvages (*Rangifer tarandus*) pourrait être localement important pour les loups (Olsson et al. 1997, Kojola et al. 2004, Sand et coll. 2005). Deux populations de loups distinctes peuplent la Fennoscandie ; la Finno-Russe et la Scandinave centre-sud (Fig. 1). Sauf pour le Golfe de la Botnie quand elle n'était pas couverte de glace de mer, il y avait peu de barrières géographiques à la dispersion et à l'échange des loups entre les 2 populations (Fig. 1).



**Figure 1.** Dispersion de la louve 0301 de son territoire natal (polygone noir) dans le sud de la Norvège, 14 juin 2003, et déplacements cartographiés en détail (ligne noire), jusqu'à ce que son collier GPS tombe en panne le 11 mars 2004 dans le nord de la Suède. Près d'un an plus tard, 613 km plus au nord-est (ligne pointillée), la femelle a été tuée (croix) le 1<sup>er</sup> mars 2005 dans le nord-est de la Finlande, près de la frontière Russe. Les meutes de loups l'hiver 2004–2005 (points noirs), et les 2 principales zones de reproduction des loups de Fennoscandie (éclos), avec des reproductions pour chacune des 5 années 2000–2004 (Wabakken et al. 2004, 2005) sont également indiquées

## MÉTHODES

Nous avons immobilisé une femelle loup (0301) depuis un hélicoptère, étiquetée l'oreille et équipée d'un collier GPS de 675 g (Simplex, Televilt International, Lindesberg, Suède) par la méthode décrite par Sand et al. (2005). Nous avons déterminé son âge par une combinaison de méthodes standard (Sand et al. 2005), l'histoire connue de la meute (Wabakken et al. 2004), et l'analyse ADN (Liberg et al. 2005). Nous avons fait la capture, manipulé et équipé le loup d'un collier avec la permission de l'autorité nationale de gestion, la direction de la Gestion de la nature, l'évaluation et approbation par l'Agence Norvégienne de protection des animaux. Le collier GPS a stocké les données, y compris la latitude et la longitude (WGS 84), la date, le temps, et 2 estimations de la qualité de la position (2-dimensionnelle – 3-dimensionnel, dilution de la valeur de position ; Sand et coll. 2005) sur la mémoire interne, qui peut être téléchargée à distance à des intervalles

prédéterminés (Zimmermann et al. 2001). Nous avons programmé le collier GPS pour acquérir des positions à 4 heures intervalles (0000 hr, 0400 hr, etc.), et toutes les heures supplémentaires (00h30 hr, 01h30 hr, etc.) pendant certaines semaines prévues pour des études de prédation détaillées (semaines 8 à 16, 19 à 20 et 23 à 28). Pendant la période de prédispersion (c'est-à-dire à l'intérieur de son territoire natal), nous avons téléchargé des positions stockées dans le GPS sur le terrain. Pendant sa phase de dispersion, nous n'avons pas téléchargé les données sur le terrain, mais les données de dispersion stockées dans le GPS sont devenues disponibles pour nous, lorsque nous avons récupéré le collier GPS à la mort du loup. Nous avons tracé et analysé les emplacements donnés dans ArcView 3.2. Nous avons défini la dispersion natale comme une dispersion du site de naissance à celui de la première reproduction ou reproduction potentielle (Greenwood 1980). Nous avons défini visuellement la dispersion directionnelle et non directionnelle du déplacement longue distance dans plus ou moins une seule direction (Mech et Boitani 2003) et les déplacements à courte distance en motif zigzag, respectivement.

## RÉSULTATS

La femelle 0301, née sur le territoire du loup de Gråfjell en Norvège (61°30'N, 11°15'E), a été immobilisée et marquée à 8,1 km de sa tanière natale, le 6 décembre 2002 (Fig. 1). La femelle 0301 avait 7 mois et pesait 30,5 kg au moment de sa capture. Au cours de l'hiver 2002-2003, la femelle 0301 était 1 de 4 loups munis d'un collier GPS dans une meute de 6 (Wabakken et al. 2004). Ses parents munis d'un GPS étaient détenteurs d'un territoire et se sont reproduit chaque année de 2001 jusqu'à leur mort début 2005, tandis que sa sœur munie d'un GPS a dispersé en ligne droite à une distance de 233 km vers l'Est en Suède avant d'être tué en décembre 2003.

**Tableau 1.** Distances de dispersion, nombre de jours, taux de déplacement moyen (km / j) et vitesse de déplacement moyenne (km / 4 h et km / 1 h ;  $\bar{x} \pm SD$ , repos inclus) pour les périodes de dispersion directionnelle et non directionnelle en plusieurs étapes par une femelle loup en Fennoscandie (14 juin 2003–11 mars 2004)

Dispersal	Period (2003–2004)	D (n)	Straight-line distance (km)	Travel rate <sup>a</sup> (km/d)	Travel speed (km/4 hr)			Travel speed (km/1 hr)		
					$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	SD	n
Nondirectional	14 Jun–3 Jul	19	35	1.8	2.9	4.3	62	0.9	2.0	209
Directional	3 Jul–15 Aug	42.5	498	11.7	3.9	4.4	120	1.5	1.5	115
Nondirectional	15 Aug–18 Oct	64.5	95	1.5	1.7	2.0	169			
Directional	18 Oct–3 Nov	16	340	21.2	3.5	5.2	45			
Nondirectional	3 Nov–11 Mar	129	124	1.0	1.8	2.3	368	0.6	1.0	238
Total	14 Jun–11 Mar	271	486	1.8	2.3	3.2	764	0.9	1.4	562

<sup>a</sup> Straight-line distance divided by the no. of d.

Du 26 avril au 10 juin 2003, la femelle 0301 a fait 3 courtes incursions de prédispersion (de 3,5 à 10,8 km, de 10 à 22 h) avant d'avoir quitté son territoire natal le 14 juin 2003, en direction du nord-est (Fig. 1). Dix-neuf jours plus tard (le 3 juillet 2003), les derniers signaux de fréquence de son collier GPS ont été entendus à la frontière Norvégienne-Suédoise. Le 1<sup>er</sup> mars 2005, 626 jours après la date de dispersion, la femelle a été légalement abattue par un propriétaire de rennes dans le nord-est de la Finlande (68°100'N, 28°24'E), à 10 km de la frontière Russe (Fig. 1). Jusqu'à 5 jours plus tôt, lorsque son compagnon a été tué, la femelle 0301 était un membre d'un couple résident, observé et suivi sur la neige dans la région depuis novembre 2004. Elle est peut-être arrivée plus tôt parce que les propriétaires de rennes ont signalé 72 rennes semi-domestiques tués par des loups dans la région de juin 2004 à février 2005. Quand elle fut abattue, la femelle pesait 34 kg, et elle ne s'était pas reproduite (pas de cicatrices placentaires). La distance de dispersion natale en ligne droite, entre sa tanière natale et le site de la mise à mort, était de 1.092 km.

Le 11 mars 2004, 9 mois après la dispersion, la batterie GPS a expiré à environ 100 km au nord-ouest d'Umeå, au nord-est de la Suède (Fig. 1). Au cours de ces 271 premiers jours de dispersion (14 juin 2003–11 mars 2004), le collier a enregistré 1997 emplacements, et a eu un taux de réussite global de 68%. Une dispersion en plusieurs étapes a été notée, se déplaçant entre phases de dispersion non directionnelle et directionnelle avec différents taux de déplacement, de vitesses et de distances (tableau 1). La vitesse de déplacement horaire de la dispersion directionnelle pendant l'été était significativement plus grande que la dispersion non directionnelle, en été comme en hiver ( $t_{\text{summer}} = 2,86$ ,  $P < 0,004$ , et  $t_{\text{winter}} = 4,94$ ,  $P < 0,001$ ; Tableau 1). La distance en ligne droite entre le premier et le dernier emplacement GPS enregistré de dispersion était de 486 km (14 juin 2003–11 mars 2004 ; Tableau 1), et la distance minimale parcourue (somme des lignes de segments) était de 3471 km. À condition que l'heure moyenne les mouvements pourraient être extrapolée à des jours sans de telles données (moyennes directionnelles et non directionnelles, respectivement ; Tableau 1) et en multipliant tous les segments de ligne d'une heure par une correction d'un facteur 1,3 pour les distances de déplacement réelles (Musiani et al. 1998), une distance réelle de 6882 km a été estimée pendant ces 9 premiers mois de dispersion. Par la suite, la femelle 0301 a dispersé sur une distance supplémentaire en ligne droite de 613 km jusqu'au nord-est de la Finlande (Fig. 1). En supposant une tendance de déplacement similaire à celle des 9 premiers mois, l'ensemble de la distance parcourue pendant la dispersion natale s'élèverait à 15 557 km, ou une distance parcourue réelle évaluée de façon prudente de >10 000 km.

## DISCUSSION

La population historique de loups Scandinaves a fonctionnellement disparue à la fin des années 1960, mais entre 1983 et 1991, une nouvelle population de loups Scandinaves a été fondée par 3 loups provenant de la population Finno-Russe (Wabakken et al. 2001, Vilà et al. 2003, Liberg et al. 2005). Il y a eu un débat public sur l'origine de ces loups notamment s'ils sont arrivés naturellement, car les fondateurs ont peut-être dispersé sur des distances au-dessus ou à la limite extrême (1 080 à 1 120 km) des distances de dispersion confirmées précédemment (Linnell et al. 2005). Notre distance en ligne droite rapportée de 1092 km est dans cette plage, la distance de dispersion la plus éloignée documentée pour un loup.

Dans les zones à faible densité de loups, les loups peuvent voyager sur des distances excessives pour trouver un habitat convenable, des proies ou des partenaires (Boyd et Pletscher 1999). Enregistrer la distance de dispersion moyenne et la dispersion de pré-saturation a été décrite plus tôt pour les loups sur la péninsule Scandinave, où la nourriture et l'habitat convenable n'est pas considéré comme un facteur limitant de la colonisation des loups et la distribution (Wabakken et al. 2001). Cela peut indiquer que, dans les populations de loups de faible densité, avec une distribution de meute disjointe comme au Montana, aux USA (Boyd et al. 1995) et en Scandinavie (Fig. 1), le facteur ultime pour la dispersion à longue distance est d'ordre social (c'est-à-dire pour trouver un partenaire).

Comme la dispersion affecte particulièrement le niveau de consanguinité dans les populations avec une petite taille effective de population (McNutt 1996), les déplacements sur de longues distances peuvent être d'une importance capitale pour la santé génétique des populations à faible densité, en cours de recolonisation telles que les populations actuelles de loups du Montana et de Scandinavie (Boyd et al. 1995, Vilà et al. 2003, Liberg et al. 2005). Les loups disperseurs à longue distance sont apparus dans des zones éloignées de leur population d'origine à de nombreuses occasions (revue ;

Linnell et al. 2005) et sont probablement crucial pour le succès de l'espèce en tant qu'espèce largement distribuée, ainsi que d'une importance considérable pour la recolonisation plus poussée en Eurasie et en Amérique du Nord.

En Fennoscandie, la gestion des loups est basée sur le zonage. Entre la population de loups isolée et gravement consanguine en Scandinavie (Liberg et al. 2005) et la population Finno-Russe, il y a de vastes zones terrestres où l'établissement du loup est indésirable en raison de l'élevage de rennes Fennoscandiens et l'élevage ovin Norvégien. Un défi pour la gestion Finno-Scandinave des loups consistera à équilibrer un nombre de disperseurs dans les zones où ils ne sont pas désirés contre la nécessité d'une immigration naturelle en provenance de la population de loups Finlando-Russe.