

## Origines de la population de loups *Canis lupus* du sud de la Scandinavie : potentiel d'immigration naturelle en relation avec les distances de dispersion, la géographie et la glace de la Baltique

### **The origins of the southern Scandinavian wolf *Canis lupus* population: potential for natural immigration in relation to dispersal distances, geography and Baltic ice**

**John D.C. Linnell, Henrik Brøseth, Erling J. Solberg & Scott M. Brainerd**

Linnell, J.D.C., Brøseth, H., Solberg, E.J. & Brainerd, S.M. 2005: The origins of the southern Scandinavian wolf *Canis lupus* population: potential for natural immigration in relation to dispersal distances, geography and Baltic ice. - Wildl. Biol. 11: 383-391.

#### Résumé

Depuis que la phase actuelle de croissance de la population de loups *Canis lupus* a débuté dans le sud de la Scandinavie en 1983, leur origine fait l'objet de **controverses**. Les analyses génétiques ont permis de préciser que les loups sont originaires des populations Finno-Russes, mais le débat se poursuit sur la façon dont ils sont arrivés dans le sud de la Scandinavie, de nombreux opposants aux loups affirmant qu'ils ont été relâchés dans le cadre d'une action clandestine. En comparant la géographie de la Scandinavie au comportement connu de dispersion des loups, notre analyse se concentre sur la possibilité que les loups aient recolonisé le sud de la Scandinavie sans l'aide de l'homme. Sur les 298 distances de dispersion publiées pour les loups d'Amérique du Nord, 10 étaient supérieures à 500 km, la plus longue étant de 886 km en ligne droite. Si l'on inclut également les données sur la distance réelle parcourue, plusieurs loups ont été enregistrés comme ayant parcouru plus de 4 000 km, souvent en l'espace de quelques mois seulement. Cependant, les données publiées sont biaisées par les déplacements sur de courtes distances. Tout loup se déplaçant de la frontière Finno-Russe jusqu'au site de reproduction de 1983 aurait dû parcourir plus de 1 000 km, les itinéraires potentiels étant par voie terrestre ou par la mer Baltique couverte de glace en hiver. D'après leur répartition actuelle, les loups ont montré une capacité évidente à traverser des zones de glace de mer allant jusqu'à 70 km. Il est donc possible que les loups aient colonisé le sud de la Scandinavie par dispersion naturelle, bien que cela nécessite des mouvements à l'extrême limite de ce qui a été documenté. Au fur et à mesure de l'expansion des loups dans le sud de la Scandinavie et en Finlande, la distance entre les populations diminuera, même si le contact nécessitera de passer par 500 km de zones d'élevage de rennes conflictuelles ou de traverser la glace de la Baltique.

À la suite du changement d'attitude du public et à l'introduction d'une législation favorable, de nombreuses populations de loups *Canis lupus* en Europe occidentale se sont étendues au cours des 10 à 20 dernières années (Boitani 2000). Cette expansion a vu le retour des loups dans les Alpes maritimes Italiennes et Françaises (Lucchini et al. 2002, Valière et al. 2003), le retour des loups reproducteurs en Allemagne, l'expansion des loups au sud de la rivière Djuro en Espagne, et l'apparition de quelques individus errants en Suisse et en Autriche (Boitani 2000). La Scandinavie ne fait pas exception à cette tendance. Historiquement, une combinaison de règlements de chasse

libéraux et de primes d'État à partir du 19<sup>ème</sup> siècle a conduit à la quasi-extirpation des loups en Scandinavie. Au total, 12 645 primes ont été versées pour des loups tués au cours des périodes 1827-1966 en Suède et 1846-1971 en Norvège. Au moment où les loups ont été protégés, c'est-à-dire en 1966 en Suède et en 1971 en Norvège, ils avaient disparu de manière fonctionnelle dans les deux pays (Myrberget 1969, Persson & Sand 1998, Wabakken et al. 2001). La seule reproduction documentée dans la période suivant immédiatement la protection a eu lieu en 1978 dans le nord de la Suède (Wabakken et al. 2001). Cette meute a été fragmentée par des abattages légaux et illégaux, et les rares observations ultérieures concernaient principalement des loups seuls. A la fin des années 1970, il a été estimé que seuls quelques loups solitaires étaient présents sur l'ensemble de la péninsule (Wabakken et al. 1983, Wabakken et al. 2001). Puis, en 1983, une reproduction a eu lieu dans le sud-centre de la Suède, et par la suite il y a eu une augmentation rapide de la population dans toute la région frontalière au sud de 62°N (Wabakken et al. 2001, Wabakken et al. 2002). Durant l'hiver 2001/02, on estime qu'il y avait 98-114 loups répartis en 11 meutes et 5-6 couples dans le sud de la Scandinavie (Wabakken et al. 2002).

### **Des origines controversées**

Depuis le début de la phase actuelle (post-1983) d'augmentation de la population, il y a eu un débat public intense sur les origines des loups et la façon dont ils sont arrivés dans le sud de la Scandinavie. L'opinion la plus largement acceptée par les chercheurs est que la population actuelle est issue de quelques individus (peut-être seulement trois) d'origine Finno-Russe qui sont arrivés en au moins deux vagues dans les années 1980 et au début des années 1990. Cette opinion est clairement soutenue par des analyses génétiques intensives (Ellegren et al. 1996, Ellegren 1999, Sundqvist et al. 2001, Vilà et al. 2002). Ces études ne soutiennent pas l'idée que les loups descendent de quelques survivants non détectés d'une population sauvage ou captive de loups Scandinaves indigènes. La question du mécanisme par lequel ces loups Finno-Russes sont réapparus dans le sud de la Scandinavie reste controversée. Un large éventail d'individus et d'organisations opposés à la conservation des loups prétendent que les loups ont été illégalement et secrètement réintroduits par des groupes de conservation ou par les gouvernements Scandinaves (Skogen & Haaland 2001, Skogen et al. 2003). Ces affirmations sont largement répandues dans les deux pays (Unsgård & Vigerstøl 1998, Persson & Sand 1998, Norlén 2001, Toverud 2002) et ont commencé à prendre la forme d'un folklore (Klintberg 1994). **Il est intéressant de noter que cette forme de théorie du complot concernant le rétablissement des loups est répandue en Europe et en Amérique du Nord** (Boitani 1992, Svarstad & Skogen 2003, Skogen & Mauz 2002).

De grands carnivores ont été réintroduits en Europe au cours des dernières décennies. Le Lynx *Lynx lynx* a été réintroduit avec succès en Slovénie, en Suisse, en France et en République Tchèque, avec des tentatives supplémentaires en Allemagne et en Italie, et des efforts continus en Pologne et en Allemagne. Les ours *Ursus arctos* ont été réintroduits en Autriche, en Italie et en France (Breitenmoser et al. 2001). Jusqu'à présent, aucune réintroduction de loups n'a été enregistrée en Europe, bien qu'il y ait eu des projets très médiatisés en Amérique du Nord (Yellowstone et Arizona ; Fritts et al. 2001, Brown & Parsons 2001), et un projet peu connu dans la section Géorgienne des montagnes du Caucase (Badridze 1999). A la lumière de ces projets, il est donc théoriquement possible que des loups aient été illégalement réintroduits dans le sud de la Scandinavie, bien qu'il faille garder à l'esprit que de nombreuses réintroductions de grands carnivores ont échoué, en particulier celles qui dépendent d'animaux nés en captivité et/ou celles qui comportent un petit nombre d'individus relâchés (Komers & Curman 2000, Breitenmoser et al. 2001). En outre, les partisans de cette théorie affirment que de telles réintroductions illégales

ont continué jusqu'à aujourd'hui. Il est instructif de noter que les mêmes recherches, qui ont démontré que les loups Scandinaves sont issus de la population Finno-Russe, montrent également sans équivoque que cette population est issue de seulement trois individus, le dernier apport génétique ayant eu lieu en 1991 (Vilà et al. 2002).

S'il est impossible de réfuter complètement la théorie selon laquelle les loups ont été illégalement réintroduits dans le sud de la Scandinavie, aucune étude scientifique n'a été menée jusqu'à présent pour examiner la théorie alternative selon laquelle les loups auraient pu recoloniser cette région sans l'aide de l'homme. Dans les sections suivantes, nous allons examiner cette possibilité en mettant en relation le potentiel de dispersion documenté des loups avec la géographie locale de la Scandinavie.

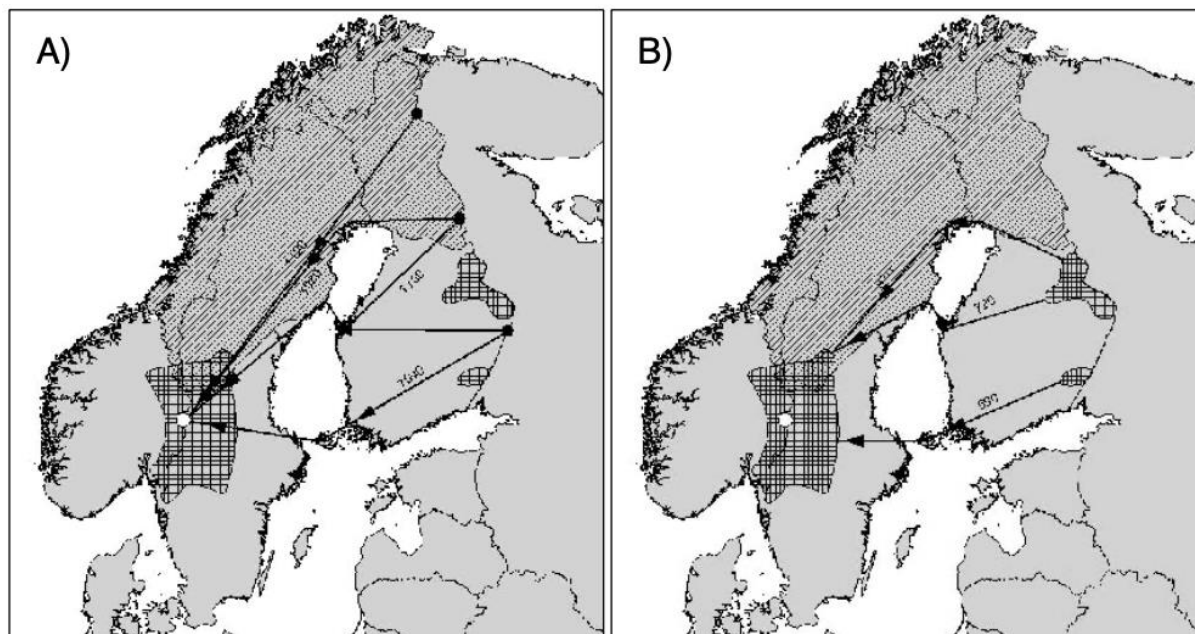
### **Sources potentielles**

Comme il s'agit d'une péninsule isolée, la seule source potentielle de recolonisation naturelle des loups est la Finlande ou la Russie voisines à l'est, ce qui est confirmé par les preuves génétiques (Vilà et al. 2002, Flagstad et al. 2003). Les loups en Finlande ont eu une histoire similaire à celle de la Scandinavie. La population a été presque exterminée dans la période 1880-1900 (Ermala 2003) bien que l'immigration constante de la Russie ait conduit à la présence constante d'au moins quelques individus en Finlande le long des frontières est et nord (Pulliainen 1965, 1985, 1993). Les loups ont été présents de manière continue dans toutes les régions Russes adjacentes à la Norvège et à la Finlande, avec les plus fortes densités dans le sud de la Carélie (Pulliainen 1985). Au cours de la période pertinente pour la reconstitution des loups Scandinaves (les années 1980), il y avait peu, voire pas du tout, de loups reproducteurs en Finlande, mais la fréquence des passages de frontières a apparemment augmenté dans les années 1980 (Pulliainen 1993). Cependant, la plupart des individus étaient rapidement localisés et tués (Pulliainen 1965, 1985, 1993, Wikan & Myrsterud 1982). Par conséquent, durant la période en question, la source potentielle d'immigration naturelle la plus proche était la région frontalière entre la Russie et la Finlande, où le passage de loups était bien documenté à l'époque.

### **Une longue marche, ou un raccourci à travers la glace de la Baltique ?**

La principale question concernant le débat sur le rétablissement spontané ou assisté est celle de la distance. La mer Baltique représente un obstacle majeur pour la dispersion des loups. En été, tout loup doit contourner la rive nord du golfe de Botnie. Cela représente une distance de 1 080-1 120 km entre Kola/Carélie du Nord et le site de la première reproduction de la phase d'expansion actuelle (Fig. 1A). Cependant, en hiver, une partie variable de la mer Baltique est couverte de glace (Fig. 2 et Tableau 1). Au cours d'une année moyenne ou rigoureuse (36% des hivers récents), la mer Baltique gèle jusqu'au sud de l'archipel d'Åland (60°N) où elle ne se trouve qu'à 150 km entre la Finlande et la Suède. La plus longue étendue de glace à traverser sans terre est de 40 km car les îles Åland se trouvent au milieu du détroit. Les loups ont occupé les îles Åland jusqu'en 1844, et des individus errants ont été aperçus à nouveau en 1875-1876 (Pulliainen 1965), ce qui implique que dans les temps historiques, ils ont traversé la glace de mer sur la moitié de la distance jusqu'à la Suède. Même pendant les hivers doux, la mer Baltique gèle jusqu'au sud du Quark, c'est-à-dire le détroit séparant Umeå et Vaasa (63°N ; 96% des hivers récents). À cet endroit, il n'y a que 75 km de continent à continent, la plus longue étendue de glace libre étant de 25 km, car les îles de Vallgrund et l'archipel d'Umeå enjambent le détroit. Les périodes de 1975/76 à 1987/88 ont été caractérisées par des étendues maximales de glace supérieures à la moyenne (Kosłowski & Loewe 1994, Jaani et al. 1999, Service Finlandais des glaces sur [www2.fimr.fi](http://www2.fimr.fi)). Si les loups étaient capables

de traverser la glace, cela impliquerait que les plus grandes populations de la Carélie centrale se trouveraient à la même distance (environ 1 000-1 100 km) que les populations **sources** potentielles allochtones du nord. Il est intéressant de noter que lorsque la gale sarcoptique s'est répandue en Suède à partir de la Finlande en 1975, les premiers cas se sont concentrés dans le centre-nord de la Suède, près du détroit de Quark (Morner 1992, Lindström & Mörner 1987), ce qui implique que les renards roux *Vulpes vulpes* ont probablement traversé la glace. La possibilité que des loups se déplacent directement d'Estonie en Suède semble peu probable, car cela nécessiterait un voyage de 200-250 km sur de la glace ouverte, et la traversée de certaines routes maritimes très fréquentées qui sont maintenues ouvertes par des brise-glace.

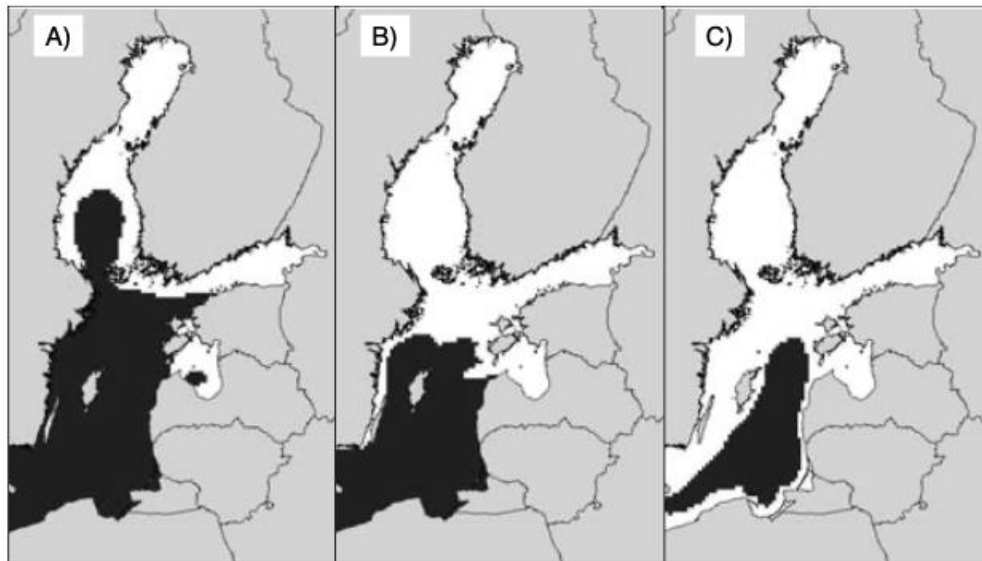


**Figure 1.** Voies de dispersion potentielles des loups entre la Finlande/Russie et le sud de la Scandinavie. Les districts d'élevage de rennes sont indiqués par des hachures diagonales, la distribution actuelle des loups par des hachures croisées et le site de la reproduction de 1983 par un cercle ouvert. En **A**) sont indiquées les distances (en km) entre les principales zones où les loups ont franchi la frontière Russo-Finlandaise dans les années 1960-1980 (Pulliainen 1965, 1993) et le site de la première reproduction dans la phase d'expansion actuelle. En **B**), les distances (en km) entre les limites des aires de répartition actuelles du loup en Finlande et en Scandinavie, le long de différentes routes, sont indiquées

D'après la répartition actuelle des loups, il est évident qu'ils sont capables de traverser des distances substantielles de glace de mer, puisqu'on les trouve sur la plupart des îles de l'Arctique Canadien (ce qui implique une traversée de la glace d'au moins 40-50 km aux points les plus courts) et qu'ils ont recolonisé le Groenland (30 km de l'île d'Ellesmere au cours des 30 dernières années ; Dawes et al. 1986). Historiquement, les loups étaient également présents sur les terres de Terre-Neuve (25 km du Labrador). Plus récemment, les loups ont dû traverser au moins 20 à 30 km de glace pour se rendre à l'île Royale du lac Supérieur, dans le Michigan, et les 70 km jusqu'à l'île Wrangel en Sibérie (Peterson 1977, Hutt 2003). Cependant, il n'est pas certain que le comportement de ces loups habitant la toundra (vraisemblablement habitués à un habitat ouvert) puisse être transféré aux loups habitant la forêt en Fennoscandie. Cependant, les loups sont présents sur la plupart des îles du sud-est de l'Alaska (Person et al. 1996) et de la Colombie britannique, y compris l'île de Vancouver (Scott & Shackleton 1982), ce qui nécessite que les loups parcourent des étendues d'eau libre de plusieurs kilomètres. En Alaska, il a été démontré que les loups peuvent nager au moins 4 km (Person et al. 1996).

**Tableau 1.** Fréquence à laquelle différentes zones de la mer Baltique ont été couvertes de glace pendant l'hiver au cours de la période 1975/76 - 2002/03 (pas de données pour 1995/96). Chaque année a été classée comme ayant 1) une couverture de glace continue, 2) une couverture de glace partielle (c'est-à-dire couverte, mais avec des sections classées comme glace pourrie), ou 3) une couverture de glace non continue ou absente (il reste de l'eau libre). Les données sont basées sur l'étendue maximale de la glace pour chaque hiver et proviennent de Kalliosaari & Seinä 1991, Kalliosaari 1982, Seinä & Kalliosaari 1991, Seinä et al. 1996 et du service Finlandais des glaces sur [www2.fimr.fi](http://www2.fimr.fi)

Area	Total distance (km)	Longest stretch of open ice (km)	Continuous ice (% years)	Partial ice (% years)	Absent (% years)
Bothnian Bay	150	150	100	0	0
Quark	75	25	0	96	4
Bothnian Sea	230	230	34	11	56
Åland	150	40	34	22	44



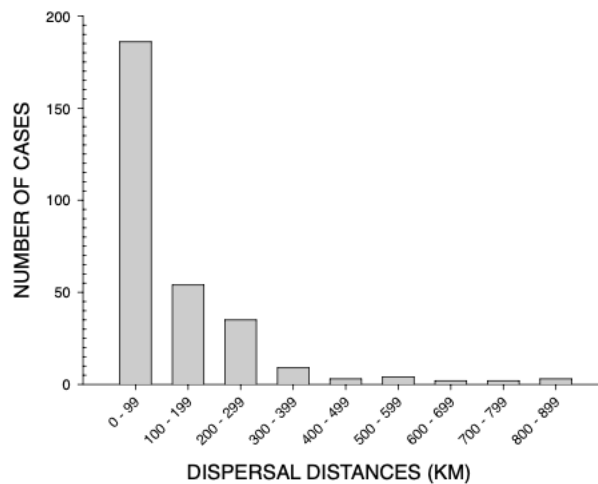
**Figure 2.** Représentation schématique de l'étendue maximale annuelle des glaces sur la mer Baltique, montrant **A)** les hivers doux, **B)** les hivers moyens et **C)** les hivers rigoureux (sur la base des moyennes de 1720-1995), selon la classification de Seinä & Palosuo (1996). Les données sur la répartition des loups proviennent de Wabakken et al. 2001, 2002

### Que savons-nous de la dispersion des loups ?

Malheureusement, il y a encore très peu de données publiées sur la dispersion des loups en Europe. En revanche, il existe un grand nombre de données provenant d'études nord-américaines menées en Alaska, au Minnesota, au Wisconsin et au Montana. En termes d'habitat et de paysage, ces conditions d'étude sont comparables à celles de Fennoscandie. Dans toutes les études de terrain, il est difficile de documenter la dispersion sur de longues distances (Bennetts et al. 2001). Ceci est particulièrement vrai pour les carnivores qui se déplacent sur des distances vraiment énormes (Waser et al. 2001). Les colliers émetteurs ont permis de collecter des données beaucoup moins biaisées, mais même avec cette technologie couplée au radiopistage aérien, il peut être difficile de suivre les animaux qui se déplacent au-delà des limites de la zone d'étude. La plupart des mouvements les plus longs ne sont détectés que lorsque les animaux sont abattus, piégés ou relocalisés par hasard. Par conséquent, les distances de dispersion publiées sont biaisées par les mouvements à courte distance et doivent être considérées comme des minimums conservateurs de la fréquence et des distances parcourues par les disperseurs à longue distance.

D'après les données publiées (nous avons trouvé 298 distances de dispersion publiées), il est évident que les loups sont de véritables disperseurs incroyables (Fig. 3). Une grande fréquence de loups de tous âges se dispersent de leur zone natale et parcourent des distances considérables avant de se

fixer (Peterson et al. 1984, Potvin 1987, Gese & Mech 1991, Ballard et al. 1987, 1997). Le record est de 886 km pour un loup du Minnesota (Fritts 1983). Vingt et un autres enregistrements ont dépassé les 300 km, et 10 d'entre eux les 500 km. Une population du nord du Canada effectue en fait une migration saisonnière de 500 km suivant les troupeaux de caribous migrateurs chaque année (Walton et al. 2001).



**Figure 3.** Distribution de fréquence des distances de dispersion des loups publiées (N = 298) en Amérique du Nord. Les données proviennent des sources suivantes : Ballard et al. 1987, Ballard et al. 1997, Berg & Kuehn 1982, Boyd et al. 1995, Fritts & Mech 1981, Fritts 1983, Fuller 1989, Gese & Mech 1991, Licht & Fritts 1994, Mech et al. 1995, 1998, Merrill & Mech 2000, Messier 1985, Person et al. 1996, Peterson et al. 1984, Potvin 1987, Scott & Shackleton 1982, Stephenson & James 1982, Van Ballenberghe et al. 1975, Van Camp & Gluckie 1979, Wydeven et al. 1995. Les données peuvent contenir de nombreux biais car de nombreux disperseurs à longue distance ne sont jamais retrouvés. Par conséquent, la proportion de disperseurs à longue distance est probablement fortement sous-estimée

La distance en ligne droite entre le lieu de capture et le lieu de récupération est une estimation minimale de la distance parcourue, car les mouvements sont souvent complexes. Ceci est parfaitement illustré par un loup muni d'un collier satellite qui s'est déplacé sur au moins 4 251 km pour une distance en ligne droite de 494 km (Merrill & Mech 2000). De plus, les loups peuvent couvrir ces énormes distances rapidement. Deux loups de l'étude de Merrill & Mech (2000) suivis par satellite ont parcouru respectivement 4 251 km en 180 jours (23 km/jour) et 1 054 km en 60 jours (18 km/jour). D'autres rapports basés sur la récupération d'animaux marqués indiquent que l'un d'entre eux a parcouru 670 km en 81 jours (8 km/jour) et un autre 886 km en 180 jours (3 km/jour ; Van Camp & Gluckie 1979, Fritts 1983). Les loups des deux sexes se dispersent, bien qu'un léger biais masculin ait été démontré dans quelques études (Ballard et al. 1987, 1997, Fuller 1989, Gese & Mech 1991, Wabakken et al. 2001). Parmi les disperseurs de longue distance documentés (> 300 km) présentés dans la figure 3, les mâles constituent 75% de tous les individus. Les loups semblent se disperser à tout moment de l'année, avec un pic principal au printemps et un pic plus faible en automne dans la plupart des populations.

Une dernière perspective est celle des loups qui apparaissent dans des zones éloignées de toute population reproductrice connue. Licht & Fritts (1994) font état de 10 loups abattus ou retrouvés morts dans le Dakota du Nord et du Sud jusqu'à 561 km de la source potentielle la plus proche. Des loups sont également apparus dans les états de l'Indiana, du Missouri et de l'Illinois aux Etats-Unis, à des distances de 400-700 km de la population reproductrice la plus proche (US Fish and Wildlife Service, données non publiées). Des données similaires existent également en Scandinavie (Wabakken et al. 2001). Ces données préliminaires Scandinaves indiquent que les distances de

dispersion sont plus longues que celles attendues en Amérique du Nord. Pour 15 individus, la distance moyenne était de 313 km avec une gamme de 80-880 km. Promberger et al. (1993) présentent également des données provenant d'Allemagne où des loups ont été abattus entre 1945 et 1992 jusqu'à 600 km des populations reproductrices les plus proches en Pologne et en Slovaquie. Dans de nombreux cas, ces loups auraient dû traverser le rideau de fer qui existait à l'époque entre les deux États Allemands.

Au vu de ces données, il est évident que les loups ont été documentés pour se disperser sur des distances qui pourraient les mener de la frontière Finno-Russe à la zone de reproduction dans le sud de la Scandinavie. Bien que seuls quelques individus aient été documentés pour se déplacer sur cette distance, il est probable que de nombreux autres individus se soient déplacés plus loin sans être détectés.

### **Reconstitution spontanée ou assistée ?**

La distance que les loups devraient parcourir pour se rendre de la frontière Russe au sud de la Scandinavie se situe juste dans la fourchette des distances de dispersion des loups documentées, ce qui indique qu'il est biologiquement possible qu'ils soient arrivés naturellement. Leur capacité à traverser la glace a également été fréquemment démontrée en Amérique du Nord, au Groenland, en Europe et en Sibérie, ce qui implique que des individus ont pu profiter de la route la plus courte pour traverser la glace hivernale. Le fait que les loups se dispersent en toutes saisons implique que les individus ont la possibilité de traverser la mer Baltique gelée en hiver, ou de parcourir de longues distances en été lorsqu'ils sont susceptibles de ne pas être détectés. L'hypothèse selon laquelle la population du sud de la Scandinavie a été recolonisée naturellement à partir de l'est est à la fois possible et raisonnable. Ce point de vue est encore renforcé par des études génétiques de matériel historique qui ont trouvé des individus échantillonnés dans le sud de la Scandinavie en 1862, 1950 et 1965 (avant les spéculations sur les lâchers clandestins) qui ont une forte probabilité d'être d'origine Finno-Russe (Flagstad et al. 2003). Ainsi, étant donné les preuves empiriques de la dispersion sur de longues distances pour les loups, il n'est pas nécessaire d'invoquer l'aide humaine clandestine comme seule théorie plausible pour le retour du loup dans la péninsule Scandinave.

### **Est-ce vraiment important ?**

À son niveau le plus élémentaire, la conservation consiste à maintenir la diversité génétique des populations et des espèces. Dans ce contexte, la conservation des loups du sud de la Scandinavie ne contribue guère à la conservation globale de la diversité génétique de la très grande population de loups Russes, dont les loups de Fennoscandie constituent l'extrême limite. Cependant, la réflexion récente sur la biodiversité va bien au-delà des gènes et englobe désormais la structure des écosystèmes et les processus écologiques. Dans ce contexte, le retour des loups, et des autres grands carnivores, dans la forêt boréale Scandinave peut largement contribuer à restaurer une partie de la fonctionnalité de l'écosystème. Enfin, comme il est de plus en plus clair que le mouvement moderne de conservation est largement motivé par l'éthique et les valeurs (Collar 2003, Jepson & Canney 2003), le retour du loup (indépendamment de la façon dont il est arrivé) a une énorme valeur symbolique pour la majorité de la population qui est favorable à sa conservation. D'autre part, les loups ont également servi de symbole puissant pour la majorité de la population qui s'oppose à leur retour. Cependant, comme la controverse sur l'origine des loups en Scandinavie pourrait ne jamais être résolue, il semble beaucoup plus productif d'accepter leur présence et de se concentrer sur le développement de compromis de gestion qui soient aussi acceptables que possible pour le plus grand nombre de personnes (Andersen et al. 2003).

## Conséquences pour la gestion future

Les données présentées ici ont également des conséquences sur la gestion future de la population de loups du sud de la Scandinavie. Des inquiétudes ont été soulevées quant à sa viabilité génétique à long terme, compte tenu du petit nombre d'individus trouvés ( $N = 3$ ) et de leur isolement relatif (Pedersen et al. 2003). Les données sur les distances de dispersion connues (voir Fig. 3) et la génétique (Vilà et al. 2002, Flagstad et al. 2003) indiquent qu'il est possible pour des individus d'atteindre le sud de la Scandinavie, et que cela s'est produit dans le passé. Cela indique que la population n'est pas complètement isolée génétiquement. Cependant, il semble clair que la distance de la population source est si grande que l'immigration sera toujours un événement très rare. L'expansion des populations de loups dans l'est de la Finlande et dans le sud de la Scandinavie raccourcira légèrement la distance entre les deux populations (690-870 km ; voir Fig. 1B). Cependant, l'existence de zones semi-domestiques d'élevage de rennes dans tout le nord de la Suède et de la Finlande (les populations de loups reproducteurs ne seront probablement pas tolérées dans les zones d'élevage de rennes) implique qu'une population continue ne se développera probablement jamais. Il y aura donc une ceinture d'au moins 500 km de zones d'élevage de rennes entre les deux populations, même si la distance via la route des glaces de la Baltique pourrait être beaucoup plus courte ( $< 200$  km). Toutefois, selon les prévisions actuelles, la durée et l'étendue de la couverture de glace de la Baltique risquent de diminuer considérablement en raison du réchauffement climatique (Haapala et al. 2001). La route des glaces sur Åland sera la première à disparaître, tandis que la route sur le Quark devrait persister encore un certain temps.

Il est probable que des loups individuels continuent à atteindre le sud de la Scandinavie à partir de la population source Fénno-Russe dans le futur. Cependant, il n'est pas certain que le taux d'immigration soit suffisant pour répondre au besoin prévu de 1 à 2 immigrants par génération afin de prévenir la perte de diversité génétique (Pedersen et al. 2003). Si aucune immigration n'est possible, la population devrait être maintenue à un niveau plus élevé (environ 800 individus) pour éviter la perte de diversité (Pedersen et al. 2003). La gestion devrait donc maintenir une population plus importante dans le sud de la Scandinavie que ce qui serait strictement nécessaire, et devrait également essayer d'assurer la survie des loups traversant les régions de connexion malgré les conflits potentiellement élevés avec l'élevage de rennes. D'un autre côté, permettre aux loups de s'étendre vers l'ouest en Finlande, et vers l'est en Scandinavie, permettra de raccourcir la distance. **La translocation directe d'individus de la Finlande vers la Scandinavie reste également une option techniquement réalisable, bien qu'elle nécessiterait une quarantaine car la rage est présente dans la population de loups Russes dont la Finlande fait partie.** L'insémination artificielle est une solution alternative. Cependant, dans la situation actuelle de conflit élevé, ces solutions invasives risquent d'être très controversées.