

Dispersion de loups sur de longues distances dans l'écorégion de Dauria en Russie

Mammal Research

<https://doi.org/10.1007/s13364-020-00515-w>

ORIGINAL PAPER



Long-distance dispersal of wolves in the Dauria ecoregion

Anastasia Kirilyuk^{1,2} • Vadim E. Kirilyuk^{2,3} • Rong Ke¹

Received: 11 December 2019 / Accepted: 4 June 2020

© Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża, Poland 2020

Résumé

À l'aide du suivi à distance (module GPS + GSM), nous avons documenté les dispersions natales sur de longues distances de deux loups (*Canis lupus*) âgés d'un an, depuis la Réserve de biosphère naturelle de l'État de Daursky, en Russie. Du centre arithmétique des domaines vitaux de naissance, le mâle et la femelle équipés d'un collier ont parcouru une distance de dispersion natale en ligne droite de 280 km et 332,8 km, en 82 jours et 34 jours, respectivement. Les distances minimales de toute la période de suivi étaient de 3090,7 km (mâles) et 2056,7 km (femelles) ; la distance de trajet réelle **estimée** de l'ensemble de la période de suivi était respectivement de 9849 km et 4530 km. La vitesse de déplacement des loups variait entre les phases (pré-dispersion, dispersion et post-dispersion) et les modèles de déplacement (directionnel, non directionnel et cluster). La vitesse de déplacement moyenne des deux loups était la plus élevée pendant la dispersion (34,6 et 39,5 km / jour), calculée comme une distance minimale. C'était l'une des vitesses de dispersion les plus élevées parmi celles signalées. La vitesse de déplacement moyenne horaire la plus élevée était pendant la pré-dispersion à l'aube, se déplaçant directement (le mâle, $5,77 \pm 4,25$ km / h ; la femelle, $4,09 \pm 2,44$ km / h). **Au cours des incursions de pré-dispersion, ils sont retournés plusieurs fois dans leur territoire d'origine.** Pendant la dispersion, les yearlings ont croisé au moins 5 territoires d'autres meutes. Les loups ont exploré la steppe et la steppe forestière dans des habitats moins modifiés de la partie Russe de l'Écorégion de Dauria et dans la partie Chinoise de l'écorégion dominée par l'homme.

INTRODUCTION

La dispersion est le principal moyen pour les jeunes loups gris (*Canis lupus lupus*) en cours de maturité de coloniser potentiellement de nouvelles zones et maintenir la diversité génétique des populations (Fuller et al. 2003). Différents aspects de la dispersion du loup gris ont été largement étudiés en Amérique du Nord (Gese et Mech 1991 ; Boyd et Pleischer 1999 ; Fuller et coll. 2003 ; Mech et Boitani 2003 ; Musiani et coll. 2007 ; Treves et coll. 2009 ; Jimenez et coll. 2017) et en Europe (Wabakken et al. 2001, 2007 ; Linnell et al. 2005 ; Kojola et coll. 2006 ; Blanco et Cortes 2007 ; Ciucci et coll. 2009 ; Andersen et coll. 2015 ; Byrne et coll. 2018), mais les informations disponibles pour l'Asie du Nord-Est sont très limitées, à l'exception d'informations fragmentées issues de la recherche sur la dispersion des loups en Chine (Duan et al. 2016) et dans le Gobi en Mongolie (Kaczensky et al. 2008 ; Joly et al. 2019). Des cas de dispersions jusqu'à 1000 km ont été documentées avec au moins 3471 km parcourus en 271 jours (Wabakken et al. 2007), mais le plus souvent à 100-150 km de leur meute natale (Linnell et al. 2005 ; Treves et al. 2009). Bien que certains adultes se dispersent également, en général les loups se dispersent entre 1 et 2 ans (un an ; Gese et Mech 1991 ; Linnell et al. 2005 ; Blanco et Cortes 2007 ; Treves et coll. 2009).

Dans le cadre d'une étude plus large sur l'activité, les déplacements et la base alimentaire dans la partie Russe de l'écorégion de Dauria, nous avons documenté des cas de dispersion à longue distance par des loups mâles et femelles âgés d'un an équipés de collier GPS, dans la zone de la steppe d'Asie centrale. Ici, nous fournissons un détail de ces observations, en particulier, les distances et les vitesses de la phase de pré-dispersion, de la dispersion et de la post-dispersion et commentons les pistes potentielles de recherches futures.

MATERIAUX ET METHODES

La zone d'étude est située au sud-est du kraï de Zabaïkalsky, en Russie, à la frontière avec la Mongolie (Dornod Aimag), la Chine (Province de Hulunbuir), et plus précisément dans la Réserve de biosphère naturelle d'État de Daurisky (Réserve Daurisky), la partie de la zone protégée internationale sino-mongole-russe de Dauria (DIPA), où les loups ont été équipés (49° - 51° N, 114° -120° E ; Fig. 1). La zone d'étude représente les principaux écosystèmes steppiques et forestiers-steppiques de l'écorégion de Dauria. Le loup est la plus grande espèce de l'ordre des Carnivores (Kirilyuk et al. 2013). Dans les parties de la région Russe et Mongole, la gazelle de Mongolie (*Procapra gutturosa* Pallas, 1777), le chevreuil de Sibérie (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771), le lièvre Tolai (*Lepus tolai* Pallas, 1778) et la marmotte Mongole (*Marmota sibirica* Radde, 1862) représentent les principales proies sauvages disponibles pour les loups (Kirilyuk et al. 2019). La densité de loups et de proies sauvages dans la réserve Daurisky est relativement plus élevée que dans les territoires environnants, en raison de bonnes conditions d'habitat et à la présence de réserves (Kirilyuk et al. 2019). En 2015-2019 dans la Réserve Daurisky et dans les territoires adjacents, nous avons enquêté sur les domaines vitaux des loups équipés de collier-radio (Kirilyuk et al. 2019), qui reflétait les territoires approximatifs de la plupart des meutes. Au moins 5 meutes sont transfrontières, leurs domaines vitaux couvrant des territoires Russes et Mongols (Fig. 1). La zone d'étude prend en charge environ 5 meutes. La taille moyenne des territoires était de $832 \pm 79,05 \text{ km}^2$ (100% de polygones convexes minimum (MCP)) ; la zone centrale était de $30,2 \pm 8,8 \text{ km}^2$ (50%, Méthode du noyau ; Kirilyuk et coll. 2019). Selon les résultats d'un recensement des pistes en hiver, réalisé en 2018 par la réserve de Daurisky, il y avait environ 44 individus. La zone d'étude est une importante région agricole où l'élevage prédomine.

Nous avons utilisé un suivi à distance pour étudier le déplacement des loups. Nous avons suivi et capturé un loup mâle (M8) en Février 2017 et une femelle (F5) en janvier 2018. Nous les avons immobilisés depuis une jeep, en suivant une méthode de poursuite utilisée pour les ânes sauvages asiatiques par Walzer et al. (2007). Les deux loups ont été anesthésiés avec de la xylazine (2%) avec une dose d'environ 0,07 à 0,12 ml / kg (Kirilyuk et al. 2019), l'âge était estimé en fonction de l'usure des dents et de la taille du corps (Gipson et al. 2000) et examinés pour déterminer leur condition physique. Les loups ont été équipé d'un collier GPS (500 g ; modules GPS + GSM ET- 318 de Globalsat ; Kirilyuk et coll. 2019). Nous avons programmé le collier pour recueillir la date, l'heure et une position GPS (latitude et longitude ; WGS 84) toutes les 10 minutes et transmettre les données à distance via le Global System for Mobile Communications (GSM). En l'absence de réseau GSM, le collier stockait les données dans la mémoire interne pendant 3 à 5 jours. Nous avons projeté les emplacements des loups et avons analysé les données dans NextGIS QGIS 17.7.0, pour déterminer les positions GPS inexactes qui étaient négligeable à l'échelle de notre analyse (inexactitude de Position GPS, 10 m, 2D RMS ; www.globalsat.ru). Le collier GPS a donné 12648 localisations (pendant 190 jours) pour le mâle M8 et 6681 (pendant 80 jours) pour la femelle F5. Le taux de réussite GPS des loups était de 71% (M8) et 68% (F5). Pour tous les calculs, nous avons exclu les jours (56 pour M8 et 10 pour F5) pendant lesquels il n'y a pas eu d'enregistrement GPS. Les périodes sans correction GPS réussie ont été inégalement réparties et ces périodes étaient plus fréquentes avec les modèles de déplacement non directionnel (y compris la période de sommeil). Nous avons également exclu les correctifs GPS dès le premier jour, pour éliminer les erreurs de données causées par le facteur de stress après l'anesthésie.

Nous avons défini la **dispersion natale** comme la dispersion d'un animal depuis son domaine vital de naissance et l'endroit où il s'est reproduit ou se serait reproduit s'il avait survécu ou trouvé un compagnon (Greenwood 1980) et la **distance** de dispersion comme la distance entre le centre

arithmétique du domaine vital natal, ou le site de capture, et le nouveau centre de domaine vital, le site de mortalité ou le dernier emplacement lors de la dispersion (Blanco et Cortes 2007). Nous considérons un loup comme dispersé de son domaine vital natal, une fois qu'il s'est déplacé constamment à l'extérieur des frontières du territoire (Kojola et al. 2006). Avant de quitter un domaine vital natal, certains loups ont fait des incursions avant la dispersion ou ont passé du temps à la périphérie de leur domaine vital natal (Messier 1985 ; Blanco et Cortes 2007). Nous n'avons pas inclus la période de pré-dispersion dans le calcul de la distance de dispersion. Pour définir la phase de dispersion, nous avons tracé le déplacement net cumulé (Distance euclidienne en km) du site de sortie à chaque localisation GPS reçu chaque jour (environ vers minuit) (Fig. 1).

Pour classer les modèles de déplacement, nous avons inspecté visuellement le tracé de déplacement net et la trajectoire du déplacement. Nous avons identifié 3 différents modèles de déplacement comme suit : (1) directionnel, déplacement de longue distance dans plus ou moins une seule direction; (2) déplacements non directionnel, modèle de déplacements à courte distance en zigzag et utilisation récurrente de la même zone générale; (3) cluster, domaine vital - déplacements similaires, déplacements non directionnels similaires, mais plus localisée, réduit en étendue, et pour une période de temps (Mech et Boitani 2003 ; Wabakken et coll. 2007 ; Melnik et coll. 2007). Nous avons considéré le modèle de déplacement de cluster comme une indication d'installation (Gese et Mech 1991 ; Mech et Boitani 2003). Nous avons utilisé la fonction K de Ripley avec des niveaux de confiance de 90% pour montrer un regroupement statistiquement significatif du domaine vital - comme les emplacements GPS.

Nous avons calculé deux métriques pour quantifier le comportement de déplacement du loup au cours des différentes phases (pré-dispersion, dispersion, et post-dispersion) et l'heure du jour (jour, crépuscule, nuit, et aube). Le premier est une distance minimale parcourue quotidiennement en additionnant les distances entre tous les emplacements GPS successifs reçus au cours de chaque période de 24 h (minuit - minuit). Le second est une vitesse de déplacement (km / d ; km / h), comme la distance divisée par le temps entre des emplacements successifs, qui a ensuite été moyenné. Nous avons classé les 4 périodes de jour comme suit : **aube** (1 h avant à 2 h après le lever du soleil), **jour** (2 h après le lever du soleil à 1 h avant le coucher du soleil), **crépuscule** (1 h avant à 2 h après le coucher du soleil) et de **nuit** (2 h après le coucher du soleil à 1 h avant le lever du soleil). Nous avons déterminé les heures de coucher et de lever du soleil pour chaque session de suivi de 24 h (timewek.ru ; Chavez et Gese 2006). Pour cette analyse, nous avons exclu 88 (pour M8) et 20 jours (pour F5) avec <72 corrections GPS réussies (50%). Nous avons utilisé une analyse à sens unique de variance (ANOVA) pour examiner les différences de vitesses de déplacement parmi des phases et des schémas de déplacement déterminés.

Nous avons également tenté d'estimer les distances de déplacement réelles couvertes par les loups. Malgré le fait que nos colliers ont été programmés à des intervalles de 10 min, ce qui permis d'obtenir la mesure d'un déplacement quasi réel, en raison de périodes de lacunes dans l'obtention des correctifs, cela s'est avéré irréalisable. Par conséquent, nous avons extrait des périodes de corrections consécutives pour chaque heure (n = 36) de la journée et avons calculé la distance moyenne à 10 min d'intervalle à chaque heure pour toute une durée d'observations (taille de l'échantillon, n = 760 pour M8 et n = 720 pour F5 ; niveau de confiance, 99% ; confiance intervalle, 4,54%). Cela nous a permis d'extrapoler les valeurs de distances de déplacement moyennes pour des heures particulières sur l'ensemble de la période de suivi. De cette façon, nous avons pu estimer l'approximation maximale de la distance réelle parcourue par les loups.

RESULTATS

Sur la base du graphique de déplacement net, nous avons identifié **3 phases** (Fig. 1). La phase de **pré-dispersion** déterminée lorsque les loups ont fait des **incursions** de pré-dispersion ou ont passé du temps à la périphérie de leur domaine natal, sont revenus dans la zone centrale de leur domaine vital plusieurs fois, et pendant lesquels le filet moyen de déplacement était plus petit que pendant la phase de dispersion, 45,9 (\pm 25 km) et 42,7 (\pm 31 km) km pour M8 et F5, respectivement. La phase de **dispersion**

a commencé une fois que les loups se sont déplacés de manière cohérente en dehors des limites du territoire ; le début de la dispersion correspondait à un changement marqué du comportement de déplacement quotidien, avec des augmentations de la distance minimale parcourue et nette de déplacement, qui a augmenté à une moyenne de 113,5 (intervalle 14 à 363,9 km) et 157,5 km (intervalle 16,6 à 332 km) pour M8 et F5, respectivement. La phase **post-dispersion** a commencé lorsque les loups ont établi un nouveau domaine vital (localisations GPS de domaine vital), exprimé en déplacements plus localisés, et pour une période prolongée, le déplacement net n'a pas augmenté et variait de 255,2 à 294,5 km pour le mâle M8. Nous n'avons pas défini de phase post-dispersion pour F5, car elle a constamment déménagé de manière dirigée loin d'un « cluster » temporel jusqu'au dernier emplacement.

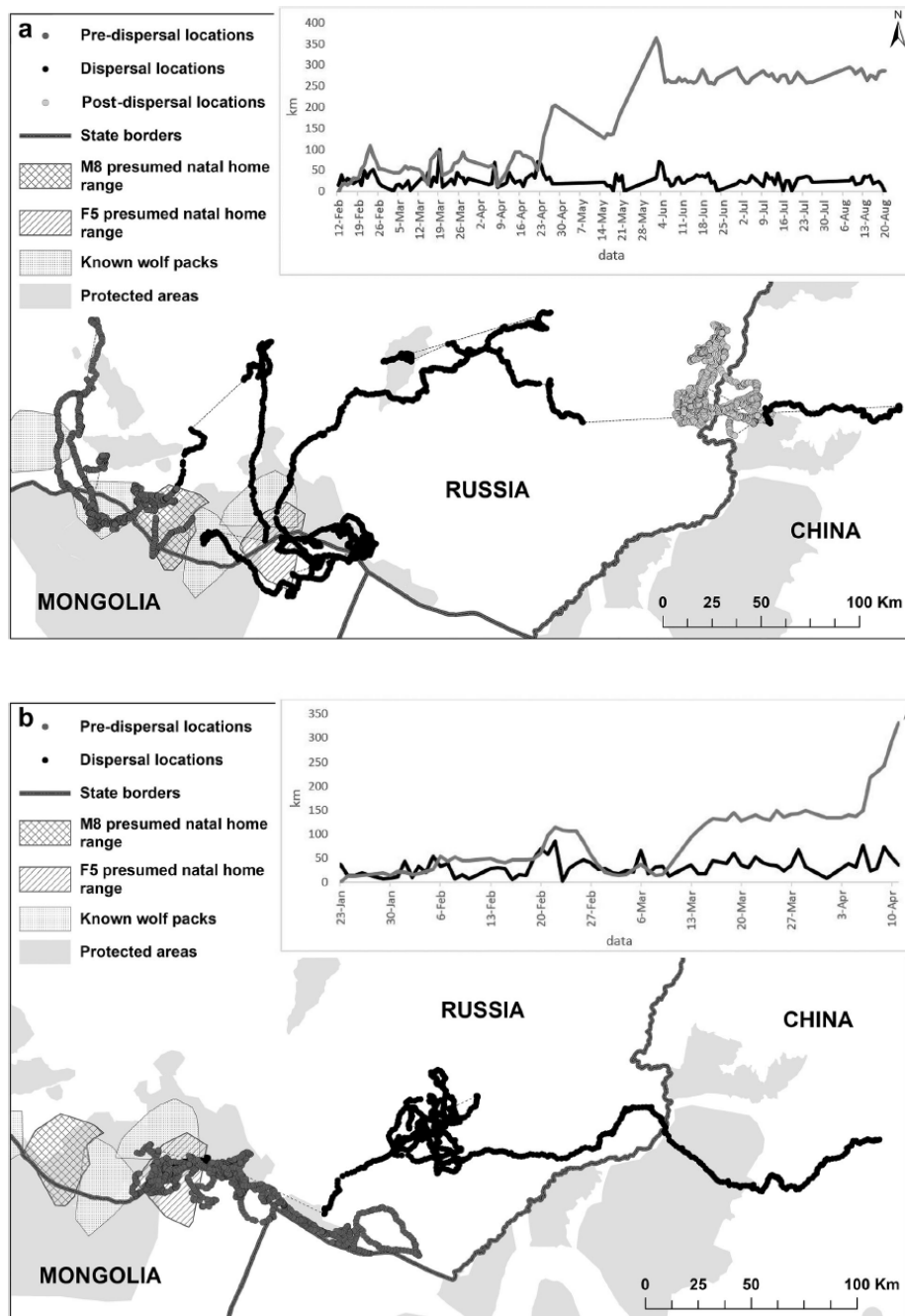


Fig.1 Dispersion long distance estimée par le système de positionnement global (GPS) tous les chemins du loup M8 (a) et F5 (b) de la Réserve naturelle d'État de biosphère de Daursky ; territoires des meutes connues de loups (*Canis lupus*), 2015–2017. Territoires déterminés par 100% de polygones convexes minimum. Encart : distance journalière minimale (ligne noire) et déplacement net cumulatif (ligne grise) parcouru par les loups M8 et F5 depuis le site de sortie pendant toute sa période de suivi

Tableau 1. Vitesse de déplacement circadienne moyenne (km / 1 h), phases et distances des modèles de déplacement, vitesse de déplacement moyenne (km / jour) des loups M8 et F5 dans l'écorégion de Dauria

M8 Phase/movement pattern	Date	Minimum distance (km) ^a	Travel speed (km/day) ^a				n (h)
			x	min	max	Dawn x ± SD	
Pre-dispersal	12.02–14.03	540.7	28.5	13	51.6	41	
Directional		250	41.8	27.8	51.6	13	
Nondirect		290.7	22.4	13	33	28	
Dispersal	15.03–04.06	1313.8	34.6	10.6	100.4	84	
Directional		832.2	48.9	25.6	100.4	108	
Nondirect		481.6	22.9	10.6	44.8	42	
Post-dispersal Cluster	05.06–20.08	1236	27.5	1.6	43.06	102	
Entire period	12.02–20.08.2017	3090.7	30.3	1.6	100.4	227	
Mean travel speed (km/1 h) ^a	Date	Day x ± SD	n (h)	Night x ± SD	Dawn x ± SD	n (h)	
Pre-dispersal	12.02–14.03	1.71 ± 1.25	42	1.44 ± 0.93	2.93 ± 3.16	41	
Directional		2.48 ± 1.6	13	1.81 ± 0.99	5.77 ± 4.25	13	
Nondirect		1.36 ± 0.92	29	1.29 ± 0.89	1.62 ± 1.26	28	
Dispersal	15.03–04.06	0.88 ± 0.98	97	2.15 ± 1.88	3.61 ± 2.46	84	
Directional		1.27 ± 1.2	46	3.22 ± 2.28	4.07 ± 2.28	42	
Nondirect		0.56 ± 0.61	51	1.28 ± 0.78	3.21 ± 2.6	42	
Post-dispersal Cluster	05.06–20.08	0.39 ± 0.57	122	2.58 ± 1.16	2.10 ± 1.69	102	
Entire period	12.02–20.08	0.82 ± 1.0	261	2.21 ± 1.49	2.81 ± 2.4	227	
F5 Phase/movement pattern	Date	Minimum distance (km) ^a	Travel speed (km/day) ^a				n (h)
			x	min	max	Dawn x ± SD	
Pre-dispersal	23.01–08.03	1110.5	33.6	3.04	86.1	70	
Directional		701.5	46.8	21.3	86.1	32	
Nondirect		409	20.4	3.04	36.8	38	
Dispersal	09.03–11.04	946.2	39.5	17.2	77.01	47	
Directional		401.7	40.1	17.2	77.01	17	
Cluster		544.5	38.9	23.3	66.9	30	
Entire period	23.01–11.04.2018	2056.7	34.5	3.04	86.1	117	
Mean travel speed (km/1 h) ^a	Date	Day x ± SD	n (h)	Night x ± SD	Dawn x ± SD	n (h)	
Pre-dispersal	23.01–08.03	1.42 ± 0.97	85	1.15 ± 1.29	3.63 ± 2.09	70	
Directional		1.9 ± 1.14	39	1.81 ± 1.62	4.09 ± 2.44	32	
Nondirect		1.05 ± 0.63	46	0.64 ± 0.62	3.25 ± 1.74	38	
Dispersal	09.03–11.04	0.25 ± 0.3	64	3.03 ± 1.67	3.25 ± 2.19	47	
Directional		0.24 ± 0.38	27	3.25 ± 2.2	2.75 ± 1.62	17	
Cluster		0.26 ± 0.27	37	2.58 ± 1.24	3.57 ± 2.49	30	
Entire period	23.01–11.04	0.95 ± 0.96	149	1.93 ± 1.7	3.48 ± 2.12	117	

^a Distances euclidiennes cumulées d'emplacements successifs additionnés

Nous avons estimé l'âge des loups entre 1 et 2 ans. Nous avons défini que M8 et F5 se sont dispersés de leur domaine vital natal (Fig.1), car pendant la pré-dispersion à la fois M8 et F5 sont revenus à plusieurs reprises dans la zone principale des domaines vitaux nats et ont visité les tanières des meutes. Cependant, ces données étaient insuffisantes pour estimer leur aire de répartition natale, car ils ont été capturés juste avant ou au moment de la période de pré-dispersion. Par conséquent, pour estimer leurs domaines vitaux de naissance présumés, nous avons utilisé les emplacements GPS de deux autres loups mâles étant vraisemblablement membres des mêmes meutes, un de 4 ans (569 emplacements GPS à 1 h d'intervalle) et un de 2 ans (4756 emplacements GPS de 1 h intervalle), reçus à la même période que M8 et F5, respectivement. Les loups M8 et F5 ont visité occasionnellement leurs territoires pendant le temps de pré-dispersion.

Le mâle M8 a été équipé à 10,3 km du centre de calcul de son domaine vital natal présumé (Fig. 1a). Basé sur le tracé net de déplacement et l'inspection visuelle de la trajectoire du déplacement (Fig.1a), avant que M8 ne quitte définitivement son domaine natal le 15 mars, du 12 février au 13 mars, il a fait au moins une courte et une longue incursion de pré-dispersion (distance en ligne droite de 10 et 110,7 km,) traversant au moins 2 autres territoires de meute (Fig. 1a). Après avoir quitté le domaine vital natal, M8 a voyagé au nord, au sud et au sud-est, traversant également les domaines vitaux des loups à proximité ou non loin de son territoire natal plusieurs fois avant de se déplacer vers l'Est et en Chine (Fig. 1a). Le mâle M8 s'est dispersé jusqu'au 05 juin 2017 et puis s'est installé sur un nouveau territoire, situé dans la zone frontalière avec la majorité de son domaine vital en Russie. Les derniers signaux du collier GPS ont été reçus dans la partie nord du nouveau territoire de M8, à 10 km de la frontière Chinoise. La distance de dispersion en ligne droite entre le domaine vital natal du mâle M8 et le centre arithmétique de son nouveau domaine vital établi était situé à 280 km (Fig. 1a). Pendant la phase de dispersion, le minimum de distance parcourue par le loup était de 1313,8 km ; la distance minimum totale de la période de suivi était de 3090,7 km.

La distance de dispersion natale en ligne droite de la femelle F5 était de 332,8 km. Elle a été équipée d'un collier GPS à 20 km du centre arithmétique de son domaine vital natal présumé (Fig. 1b). La distance minimale parcourue pendant toute la période de suivi était de 2056,7 km, et la distance minimale pendant la dispersion était de 946,2 km. Avant que F5 ne quitte son domaine natal le 9 mars, elle a également fait au moins 3 longues incursions de pré-dispersion avec les distances en ligne droite suivantes : 20,7, 122,7 et 24,3 km, traversant les territoires d'autres meutes dans des directions différentes deux fois (Fig. 1b). En se dispersant, F5 bougeait strictement dans les directions nord-est et est (Fig.1b) et est restée dans un « cluster » temporel pendant une période de 20 jours. Le 6 avril, elle a déménagé à l'Est. Les derniers signaux du collier GPS de F5 ont été reçus de Chine (province de Hulunbuir), à 101 km de la frontière Russe (Fig. 1b). Nous ne pouvions pas confirmer si le mâle M8 et la femelle F5 étaient mort, tués à leur dernière localisation, ou si le collier était en panne.

Les parcours de dispersion de M8 et F5 ont alterné entre les modèles de déplacements non directionnel et directionnel avec différentes vitesses de déplacement (Fig.1, Tableau 1). La vitesse de déplacement moyenne de M8 était la plus élevée lors de la phase de dispersion, se déplaçant directement, 48 km / jour (tableau 1), mais, en général, la vitesse moyenne du loup n'était pas différente entre les phases (ANOVA, $F_{2,99} = 2,64$, $P = 0,076$). La vitesse de déplacement directionnelle de M8 était plus élevée dans les deux phases, de pré-dispersion et de dispersion (ANOVA, $F_{1,55} = 45,73$, $P = 0,000$; Tableau 1) que lors de mouvements non directionnels. La vitesse quotidienne moyenne la plus élevée de F5 était pendant la phase de dispersion, se déplaçant directement, 46,8 km / jour (tableau 1), mais la vitesse de déplacement entre la phase de pré-dispersion et la phase de dispersion ne différait pas (ANOVA, $F_{1,57} = 2,69$, $P = 0,106$). Il n'y avait pas de différence significative entre la vitesse de déplacement de dispersion directionnelle et non directionnelle de F5 (ANOVA, $F_{1,22} = 0,034$, $P = 0,855$).

Les schémas d'activité journaliers ont confirmé la prépondérance des activités ; pendant toute la période de suivi, la moyenne de la vitesse de déplacement (km / 1 h) était plus élevée au crépuscule, la nuit et à l'aube que pendant la journée (ANOVA, $F_{3,404} = 26,3$, $P = 0,0001$ pour M8 ; $F_{3,224} = 23,06$, P

= 0,0001 pour F5 ; Tableau 1). En se dispersant, la vitesse de déplacement horaire moyenne la plus élevée de M8 et F5 était également au **crépuscule**, la **nuît** et l'**aube** (tableau 1). Les plus grandes distances parcourus par heure étaient de 12,75 km et 10,2 km (M8 et F5, respectivement) et correspondait aux déplacements effectués à l'**aube**.

La distance moyenne parcourue par M8 pendant des intervalles de 10 min entre les emplacements était de 0,36 km \pm 0,42 (écart-type) (plage 0,002– 2,21 km / 10 min), et pour F5, elle était de 0,4 km / 10 min \pm 0,43 (SD) (plage 0,003–1,79 km / 10 min). En extrapolant ces valeurs à l'ensemble du temps parcouru (voir Méthodes), nous avons estimé que M8 et F5 ont parcouru respectivement 9849 km et 4530 km.

DISCUSSION

Notre étude a fourni des données rares sur la dispersion des loups dans les milieux de steppe d'Asie centrale montrant l'une des estimations de déplacements de loups les plus rapide. La vitesse de déplacement lors de la dispersion de M8 et F5, calculée sur la base de la distance minimale, était plus élevé que des loups étudiés dans différents paysages de zones forestières (Linnell et al. 2005 ; Blanco et Cortes 2007 ; Wabakken et coll. 2007 ; Treves et coll. 2009 ; Byrne et coll. 2018). Nous supposons que la vitesse de déplacement plus élevée des loups M8 et F5 peut être expliquée par les « chemins plus faciles » dans le paysage de steppe, où il n'y a pas d'obstacles significatifs aux déplacements.

Notre approche pour estimer la distance réelle parcourue a donné des distances de déplacement de 9849 km et 4530 km pour M8 et F5, respectivement. Cependant, nous sommes conscients que la méthode que nous avons appliquée, sur la base de l'extrapolation de distances de 10 min, ont fourni des résultats biaisés, car il y avait des périodes sans correction GPS réussie. Malgré tout, comme nos estimations des distances réelles pourraient être quelque peu surestimées ou sous-estimées, nous considérons qu'elles donnent une indication sur les distances réelles de déplacement qui peuvent être comparées aux distances minimales parcourues entre toutes les localisations GPS ultérieures.

Les cas de déplacements de loups trouvés précédemment dans le sud-ouest de la Mongolie est l'un des déplacements annuels les plus longs signalés par les mammifères terrestres (Kaczensky et al. 2008 ; Joly et al. 2019). Les deux cas étudiés dans le Gobi, caractérisent le déplacement des loups dans des conditions de populations extrêmement appauvries sous forte pression anthropique (Kaczensky et coll. 2008 ; Kirilyuk et coll. 2019). Ces caractéristiques de déplacements sont également mises en évidence dans la gamme de l'extrême nord de l'espèce en Alaska, où des déplacements importants d'une meute et une vitesse quotidienne élevée était liée aux tentatives de trouver et de tuer des proies vulnérables, qui sont toutes faiblement réparties dans la région (Mech et Cluff 2011). En conversion sur un mois, la vitesse de déplacement de nos loups étudiés était encore plus élevée. Par conséquent, on peut supposer que sur une période d'un an, les yearlings pourraient couvrir à peu près la même distance ou plus que les loups enregistrés dans le Gobi. Ces grandes distances sont caractéristiques de toute la zone aride d'Asie (Kaczensky et al. 2008 ; Joly et al. 2019) où les hivers sont secs avec une faible couverture de neige.

La zone à partir de laquelle les loups étudiés ont commencé à se disperser possède le statut d'aire protégée et bénéficie d'une protection supplémentaire par l'effet de la frontière inter-États. Cette zone possède également des habitats optimaux pour le loup, une base alimentaire toutes saisons, et n'a pas de facteurs limitants en hiver. Ceux-ci contribuent au fait que le territoire de la réserve Daursky est densément occupé par des meutes de loups (Kirilyuk et al. 2019). En fait, pendant toute la période, M8 et F5 ont fait de nombreuses **incursions exploratoires** de pré-dispersion et de dispersion, traversant au moins cinq territoires d'autres meutes (Fig. 1). Les sub-adultes M8 et F5 ont peut-être évité les adultes ou d'autres territoires de meute, se déplaçant le long de la périphérie de la meute, en particulier lors des incursions de pré-dispersion (Fig.1), car leur statut de subordonné peut les rendre particulièrement vulnérables aux attaques de congénères (Treves et al. 2009). **En général, les disperseurs souffrent d'une mortalité plus élevée que les résidents** (Messier 1985 ; Mech 1977 ; Blanco et Cortes 2007 ; Suvorov et Kirienko 2008), ainsi des mortalités peuvent également être causées par d'autres loups (Mech et al.

1998). La région Chinoise, dans laquelle les loups équipés de collier se déplaçaient, semble avoir de pires conditions que la partie Russe, en raison de la domination humaine, des paysages fragmentés avec des densités d'ongulés sauvages relativement faibles (Yuan et al. 2008 ; Dou et al. 2014 ; Kirilyuk et al. 2019). Pendant toute la période de suivi, la moyenne la plus élevée de la vitesse de déplacement horaire pour M8 et F5 était pendant le crépuscule, la nuit, et l'aube, permettant aux loups d'éviter les gens en se déplaçant dans des zones intensivement utilisées par les humains (Ciucci et al. 1997 ; Chavez et Gese 2006). Les deux loups se sont dispersés dans la même direction, à environ un an d'intervalle et ont traversé la Frontière Russe-Chinoise à une distance de 30 à 40 km l'un de l'autre. Les observations d'un comportement de dispersion similaire sont relativement rares (Kojola et al. 2006 ; Gable et al. 2019). On ne sait pas exactement ce qui conduit les loups des mêmes zones à se disperser sur de longues distances dans la même direction. Nous avons émis l'hypothèse qu'ils pourraient constituer des corridors, ou pourrait être juste le fait du hasard. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour détecter et comprendre ces modèles.

Nos découvertes étendent nos connaissances sur les capacités de dispersion des loups et aident à expliquer comment les loups se dispersent d'une région vers les territoires environnants. Des études de cas de la dispersion transfrontière des jeunes loups peut indiquer que par la dispersion natale, la population de loups dans cette écorégion provient des aires protégées habitées par des meutes stables, comme l'aire protégée Internationale de Dauria et sa composante, la réserve naturelle d'État de biosphère de Daursky. Nous avons présumé que les jeunes loups se dispersant depuis cette zone ne s'installent pas seulement dans les zones adjacentes ou proches bordant leur territoire natal (Kirilyuk et al. 2019) mais qu'ils peuvent également se disperser sur plusieurs centaines de kilomètres, même dans les pires zones de conditions d'habitat, comme la Chine. Pendant la dispersion, les prédateurs explorent progressivement les environs, découvrant des zones vacantes et appropriées pour s'installer, ou rencontrer une meute adoptable. Cette hypothèse nécessite une recherche à long terme pour valider ses affirmations.