

Première réhabilitation et remise en liberté réussies d'un loup d'Éthiopie, espèce menacée

Received: 9 February 2024 | Revised: 10 February 2025 | Accepted: 30 April 2025

DOI: 10.1111/csp.2.70075

CONTRIBUTED PAPER

Conservation Science and Practice
A Journal of the Society for Conservation Biology

WILEY

Successful first rehabilitation and release of an endangered Ethiopian wolf

Sandra Lai^{1,2}  | Getachew Asefa² | Muktar Abute² | Girma Eshete² | Don-Jean Léandri-Breton³  | Fekede Regassa⁴  | Claudio Sillero-Zubiri^{1,2,5}  | Jorgelina Marino^{1,2} 

Résumé

La réhabilitation de la faune sauvage est largement pratiquée pour aider les animaux blessés à se rétablir et à retourner dans la nature, ce qui profite particulièrement aux espèces menacées dont les populations locales sont peu nombreuses. Nous rapportons ici le premier cas d'un loup d'Éthiopie réhabilité qui a été relâché avec succès dans les montagnes du Simien. À travers cette étude de cas, nous avons documenté le traitement clinique dispensé, le rétablissement et le comportement de cet individu pendant sa captivité, ainsi que le suivi post-libération dans la nature à l'aide d'un collier GPS. Après 51 jours de captivité, pendant lesquels une fracture de la patte arrière causée par un coup de feu a été traitée, le loup a été relâché. Après être resté avec les membres de sa meute pendant 22 jours, le loup s'est dispersé et s'est installé dans un territoire inoccupé, où il s'est accouplé avec une femelle et a réussi à engendrer une portée. Cette étude fournit des informations importantes sur la réhabilitation et le suivi après la remise en liberté, qui serviront à la gestion de la conservation du loup d'Éthiopie.

MOTS-CLÉS : Canidae, *Canis simensis*, captivité, translocation à des fins de conservation, dispersion, GPS, schémas de déplacement, montagnes du Simien

1. INTRODUCTION

La réhabilitation de la faune sauvage est pratiquée dans le monde entier et permet le rétablissement d'animaux blessés, malades ou orphelins, offrant ainsi une « seconde chance » à ces individus de retourner dans la nature et de continuer à contribuer à leur population (Cope et al., 2022 ; Nájera et al., 2024). Pour les espèces fortement menacées, la réhabilitation peut jouer un rôle crucial dans la conservation, car même quelques individus supplémentaires peuvent avoir un impact sur la persistance ou le rétablissement des populations locales (Rio-Maior et al., 2016 ; Saran et al., 2011). Si possible, les animaux sauvés doivent être relâchés à l'endroit où ils ont été trouvés. Cependant, certaines circonstances (par exemple, la perte d'habitat après un incendie de forêt) peuvent empêcher leur relâchement dans leur habitat d'origine, et leur transfert vers un autre endroit approprié peut alors être envisagé (Cope et al., 2022). La réhabilitation et les transferts à des fins de conservation présentent donc des

similitudes, notamment en ce qui concerne les meilleures pratiques en matière de captivité et de suivi après la remise en liberté.

Les carnivores sauvages sont souvent confrontés à des conflits entre l'homme et la faune sauvage et à une gestion mortelle des populations, ce qui les expose régulièrement à des décès ou à des blessures traumatiques résultant d'activités anthropiques, telles que la chasse récréative, le braconnage, l'abattage, les collisions avec des véhicules ou la persécution (Collins & Kays, 2011 ; Najera et al., 2024).

La réhabilitation et la remise en liberté des carnivores sont relativement rares (Hinton et al., 2024), mais des cas de réintroduction réussie dans la nature et de reproduction ont été documentés, même après des blessures graves telles que l'amputation d'une patte (Najera et al., 2024). Les canidés, tels que les loups (*Canis lupus*) et les coyotes (*C. latrans*), s'adaptent généralement bien à la captivité, et de nombreux cas de canidés réhabilités ayant survécu après leur retour dans la nature ont été recensés (Hinton et al., 2024 ; Rio-Maior et al., 2016 ; Torretta et al., 2023).

Le loup d'Éthiopie (*C. simensis*) est le carnivore le plus menacé d'Afrique. Endémique des habitats Afroalpins d'Éthiopie situés à plus de 3 000 m d'altitude, il est en grand danger, avec moins de 500 individus vivant dans **six enclaves** montagneuses isolées et non reliées entre elles (Marino et al., 2013 ; **Figure 1**). Leur spécialisation dans les rongeurs Afroalpins les limite à des habitats désormais très fragmentés, avec un contact accru avec les humains et leurs chiens domestiques, ce qui augmente considérablement leur risque d'extinction locale (Marino et al., 2013 ; Sillero-Zubiri et al., 2004). Le Programme de conservation du loup d'Éthiopie (EWCP) œuvre depuis plus de 30 ans à la conservation de l'espèce, en étroite collaboration avec l'Autorité Éthiopienne de conservation de la faune sauvage (EWCA). Le Plan d'action national pour la conservation des loups d'Éthiopie a défini comme intervention recommandée la translocation à des fins de conservation de loups capturés dans la nature (Autorité éthiopienne de conservation de la faune sauvage, 2011, 2017). **Cependant**, il n'existe aucune trace de l'élevage en captivité du loup d'Éthiopie, et on dispose de peu d'informations sur les paramètres de dispersion, tels que les schémas de déplacement et les distances parcourues. Il est donc essentiel d'acquérir des connaissances de base sur la manière dont ces animaux s'adaptent aux conditions de captivité et réagissent à leur remise en liberté dans la nature.

Nous présentons ici l'étude de cas d'un loup d'Éthiopie blessé qui a été secouru dans le parc national des montagnes du Simien (SMNP), dans le nord de l'Éthiopie, soigné, puis relâché dans la nature. À travers cette étude de cas, nous avons cherché à répondre à deux questions de recherche importantes : (1) un loup d'Éthiopie peut-il être soigné cliniquement et maintenu en captivité, et (2) peut-il être relâché avec succès dans la nature après avoir été soigné ? Il est essentiel de répondre à ces questions pour éclairer les futurs transferts et orienter directement les décisions en matière de gestion de la conservation de l'espèce. Nous avons documenté le rétablissement et le comportement du loup pendant sa captivité et l'avons équipé d'un collier GPS lors de sa remise en liberté afin de surveiller sa survie et ses déplacements. Pour examiner son schéma de déplacement après sa réintroduction dans la nature, nous avons d'abord identifié ses **phases** de déplacement (résidence dans la meute d'origine, dispersion et installation) ; ensuite, nous avons calculé les caractéristiques de ses

déplacements et ses zones de résidence ; enfin, étant donné que le risque de rencontrer des congénères territoriaux ou des humains peut modifier les schémas d'activité quotidiens pendant la dispersion (Sokolova et al., 2024 ; Torretta et al., 2023), nous avons étudié les différences de déplacements en fonction de l'heure de la journée (jour *vs* nuit) pendant les phases de déplacement.

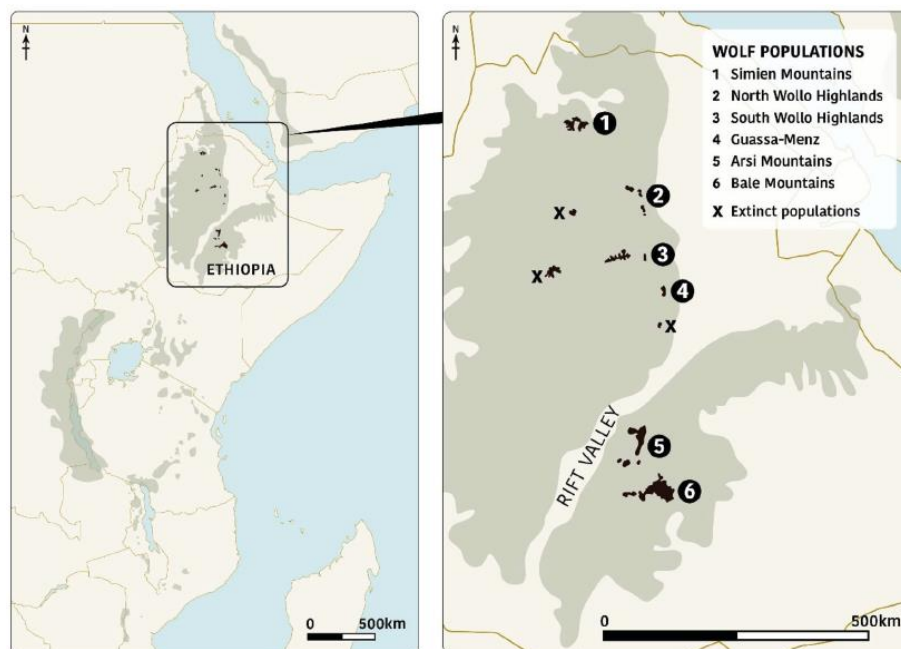


FIGURE 1. Carte de l'Éthiopie montrant les habitats Afroalpins restants (en noir) et les populations isolées de loups d'Éthiopie, y compris la population des montagnes du Simien où cette étude a été menée. Le hotspot de biodiversité afro-montagnard oriental (CEPF, 2012) est indiqué en gris

2. MATERIEL et METHODE

2.1. Loup d'Éthiopie sauvé

Le parc national des montagnes du Simien (412 km²) est situé dans les montagnes du Simien, entre 380,000 et 380,120°E et 130,120 et 130,190°N, dans la zone nord du Gondar, dans l'État régional national d'Amhara, en Éthiopie (Figure 1). La surveillance des loups à Simien est assurée toute l'année par trois observateurs formés de l'EWCP qui enregistrent les observations de loups à l'aide d'un GPS portable (Garmin Ltd., Southampton, Hampshire, Royaume-Uni). Cinq meutes de loups distinctes ont été recensées pendant la période d'étude (Figure 2).

Le 9 mai 2020, un loup gravement blessé a été trouvé dans la zone d'étude de l'EWCP, près de la meute d'Ayenameda, et secouru par deux gardes forestiers du parc. L'animal a été capturé à l'aide d'une corde et d'un sac en tissu, puis transféré dans un bâtiment inoccupé du parc national. Les autorités du SMNP ont contacté l'EWCP pour demander des conseils et de l'aide. La décision de sauver l'animal a été prise par l'EWCA et le SMNP, compte tenu du statut protégé de l'espèce et de la petite taille de la population du Simien (40 à 54 individus, Marino, 2003).

Un vétérinaire de la clinique vétérinaire de Debark Woreda a examiné l'animal le lendemain et a diagnostiqué une fracture ouverte comminutive de la patte arrière gauche, avec une plaie infectée et saignante, provoquant une boiterie de la patte. La fracture osseuse a été diagnostiquée comme ayant été causée par un tir de balle. L'animal, un mâle identifié comme

adulte d'après l'usure de ses dents et la taille de son corps, pesait 13 kg et aurait été blessé 3 à 4 jours avant d'être trouvé. Un journal de bord a été tenu quotidiennement, documentant le traitement et la guérison de la blessure ainsi que le comportement du loup en captivité. Baptisé « Terefe » (« survivant chanceux » en Amharique), l'animal a été soigné quotidiennement par les gardes forestiers du parc qui lui ont apporté de la nourriture et de l'eau, tandis que tous les traitements ont été dispensés par les vétérinaires de la clinique vétérinaire de Debark Woreda, ainsi que par le vétérinaire de l'EWCP au moment de sa remise en liberté. Les protocoles de sauvetage, de traitement et de remise en liberté ont été préparés par l'EWCP et approuvés par le SMNP et l'EWCA. La manipulation des animaux a suivi les protocoles approuvés par le Comité d'éthique et de bien-être animal (AWERB) du département de biologie de l'université d'Oxford.

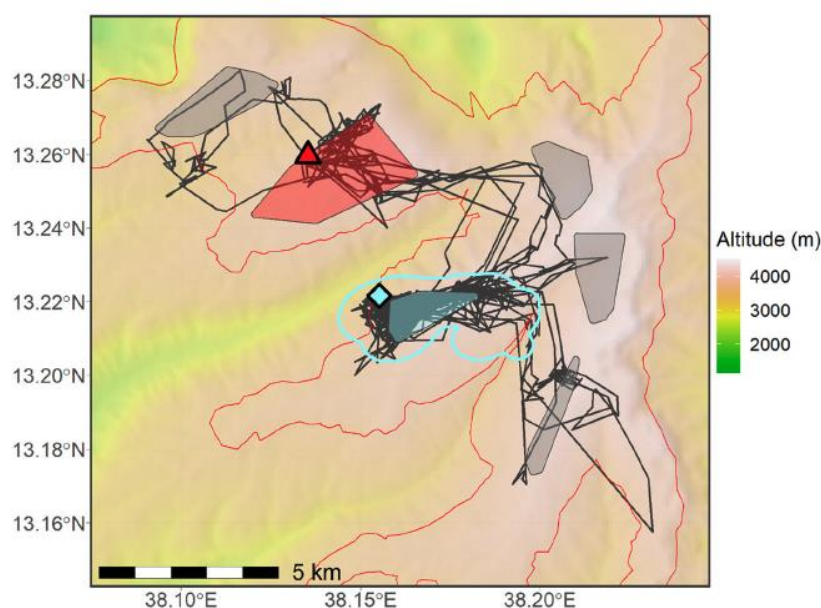


FIGURE 2. Territoire d'origine de la meute, Ayenameda (polygone rouge, MCP 100%), trajectoire de dispersion (ligne noire) et territoire final de la meute (ligne turquoise, AKDE pHREML 95% ; polygone turquoise, MCP 100%) de Terefe, un loup d'Éthiopie réhabilité et relâché dans la nature dans les montagnes du Simien, en Éthiopie. Le triangle rouge indique le lieu de relâchement (28 juin 2020), tandis que le losange turquoise indique le premier emplacement après l'installation définitive (15 septembre 2020). Les autres territoires connus de meutes de loups sont représentés par des polygones gris (MCP 100 %). La ligne rouge indique la limite de l'habitat Afroalpin

2.2. Phases de déplacement

L'autorisation de mettre un collier et de relâcher l'individu réhabilité a été donnée par l'EWCA le 22 juin 2020 (numéro de référence WI/31/86/12), avec l'accord du vétérinaire de la clinique vétérinaire de Debark Woreda qui était responsable de ses soins. Des colliers GPS (Litetrack Iridium 250, Lotek Wireless Inc., Newmarket, ON, Canada) étaient disponibles pour être déployés dans le cadre d'une étude plus large sur la pose de colliers prévue pour cette espèce. Le collier GPS placé sur Terefe avant sa remise en liberté était programmé pour acquérir des positions toutes les heures et était équipé d'un système de largage réglé pour se déclencher après 32 semaines.

Nous avons utilisé un **filtre de vitesse** pour supprimer les emplacements aberrants nécessitant des valeurs de vitesse irréalistes par rapport aux précédentes (≥ 4 km/h, sur la base de la distribution des vitesses horaires à partir des données brutes). Nous avons visualisé et tracé la trajectoire du mouvement à l'aide d'ArcGIS v. 10.8. Une carte dynamique présentant la trajectoire a également été créée à l'aide de MoveVis v. 0.10.5 (Schwalb-

Willmann et al., 2020). Afin d'identifier les phases de déplacement après sa libération, nous avons inspecté visuellement la courbe du déplacement net quotidien moyen au carré (NSD) à partir du lieu de libération, ainsi que la trajectoire GPS. Le NSD est calculé comme le carré de la distance euclidienne entre le lieu de départ (dans notre cas, le lieu de libération) et les lieux suivants le long du trajet (Börger & Fryxell, 2012). La courbe NSD a été utilisée pour distinguer les phases de déplacement en fonction de la forme prise dans la série chronologique par rapport aux modèles de déplacement conceptualisés (Bastille-Rousseau et al., 2016 ; Börger & Fryxell, 2012 ; Bunnefeld et al., 2011). Les schémas de déplacement, même chez les espèces migratrices, peuvent présenter des variations considérables chez certaines espèces et ne correspondent pas parfaitement aux stratégies de déplacement modélisées (Bastille-Rousseau et al., 2016 ; Nicholson et al., 2016) ; c'est pourquoi l'inspection visuelle est souvent utilisée pour distinguer les phases de déplacement (Torretta et al., 2023 ; Walton et al., 2018), en particulier pour les espèces qui n'ont jamais été suivies par GPS auparavant (Caron-Carrier et al., 2022).

2.3. Caractéristiques des mouvements et zones de résidence

Nous avons calculé les paramètres de déplacement suivants : vitesse moyenne de déplacement en km/h ; moyenne des distances parcourues entre les emplacements GPS successifs divisée par le temps écoulé entre ces emplacements), distance quotidienne minimale moyenne (les premier et dernier jours ont été supprimés car il n'y avait pas de données pour la journée entière), distance cumulative minimale parcourue (somme des distances euclidiennes parcourues entre tous les emplacements GPS successifs) et distance nette maximale entre le site de lâcher et l'emplacement le plus éloigné le long de la trajectoire. Terefe s'est éloigné de sa meute d'origine, Ayenameda (voir Résultats), nous avons donc également identifié la date d'émigration (départ du territoire de la meute d'origine), la transience (déplacement entre les territoires d'origine et final) et la date d'immigration (installation dans le territoire final). Nous avons calculé la distance de dispersion nette entre le site de lâcher et la dernière position GPS avant l'installation. Nous avons également calculé la distance de dispersion finale comme étant la distance entre la position moyenne des observations de la meute d'Ayenameda et les positions GPS moyennes de Terefe après son installation.

Nous avons estimé les territoires de chaque meute de loups connue, y compris la meute d'Ayenameda, en utilisant toutes les observations de loups enregistrées entre le 1^{er} septembre 2019 et le 31 mars 2021 avec un polygone convexe minimal (MCP) de 100%. Le domaine vital final de Terefe a été estimé à partir des positions GPS de son collier, en utilisant la méthode d'estimation de densité par noyau autocorrélé ajustée avec le modèle perturbatif Hybrid REML (pHREML-fitted AKDE) afin de tenir compte de l'autocorrélation présente dans les données de suivi GPS. Afin de comparer avec les meutes de loups voisines, nous avons également estimé son territoire MCP sur la base des observations après son installation (septembre 2020 à septembre 2023).

Les analyses ont été effectuées dans R v. 4.1.3 à l'aide des paquets R *adehabitatLT* v. 0.3.27 (Calenge, 2023), *adehabi-tatHR* v. 0.4.21 (Calenge, 2023a) et *ctmm* v. 1.1.0 (AKDE, Calabrese et al., 2016).

2.4. Différences de déplacement entre les phases et les moments de la journée

Nous avons comparé la longueur des pas en fonction du moment de la journée (journée *vs* nuit) au sein et entre trois étapes : (1) résidence avant dispersion, (2) dispersion (incursion pré-dispersion et transience) et (3) résidence après installation. Les pas ont été classés comme diurnes ou nocturnes en fonction des heures de lever et de coucher du soleil déterminées à l'aide du package R *suncalc* v. 0.5.1 (Thieurmél & Elmarhraoui, 2022). Nous avons effectué un test de Kruskal-Wallis, suivi d'un test post-hoc de Dunn-Kruskal-Wallis de comparaisons multiples à l'aide du package R *FSA* v. 0.9.5 (Ogle et al., 2023).

3. RESULTATS

3.1. Traitement et guérison de la patte blessée

La captivité a commencé le 9 mai 2020 (jour 1), lorsque Terefe a été secouru, et a duré 51 jours. Les jours 2 et 3, le traitement initial par un vétérinaire a consisté à désinfecter la plaie à l'alcool et à l'iode et à injecter des antibiotiques à action prolongée (oxytétracycline 50%). Le jour 4, la jambe blessée a été bandée et immobilisée sous anesthésie locale (lidocaïne 10 mg/mL). Un vaccin contre la rage a été injecté, ainsi que des antibiotiques (pénicilline). Le bandage et l'attelle ont été réalisés les jours 7, 11 et 16 par un orthopédiste local, avec l'aide d'un vétérinaire pour l'anesthésie locale, et comprenaient le nettoyage et la désinfection de la plaie ainsi que l'injection d'antibiotiques. Un cinquième bandage et une cinquième attelle ont été réalisés le jour 22 par un vétérinaire. Le 27^{ème} jour, l'os fracturé était complètement guéri, et les points de suture et le bandage de la patte ont été retirés par un vétérinaire. Une petite plaie, qui a été nettoyée et désinfectée, était encore présente sur la partie supérieure de la patte, mais elle a fini par guérir d'elle-même.

3.2. Comportement pendant la captivité et la convalescence

Pendant sa captivité, Terefe a été gardé dans une pièce fermée d'un bâtiment en briques vide, avec de l'herbe sur le sol, qui était renouvelée tous les quelques jours. Les manipulations ont été réduites au minimum en dehors des soins vétérinaires et consistaient principalement à déplacer le loup à l'extérieur de l'enclos à l'aide d'une perche en Y et d'une laisse afin de permettre le nettoyage de la zone. Le loup était surveillé de près chaque jour et recevait de l'eau (environ 2 litres) et de la viande de mouton (environ 2 kg) une fois par jour. Au cours des premiers jours, la viande fournie devait être coupée (en particulier les os), mais à mesure qu'il se rétablissait, il n'était plus nécessaire de couper la viande et il mâchait les os. Il ne mangeait pas si des humains étaient à proximité, qu'ils soient proches ou éloignés. Bien qu'il n'ait pas tenté de mordre au début, il a commencé à montrer des signes d'agressivité à partir du 14^e jour, ouvrant la gueule lors des manipulations. Le 24^{ème} jour, il a été transféré dans un enclos plus grand dans le même bâtiment. À partir du 44^{ème} jour, après la guérison de sa patte, il a commencé à hurler la nuit (souvent entre 19h30 et 5h00). Le 51^{ème} jour (28 juin 2020), sa libération était prévue. Le matin (à 8h), on lui a donné 1 litre d'eau et 1 kg de viande de mouton. Deux vétérinaires (de l'EWCP et de la clinique vétérinaire de Debarq Woreda) ont évalué l'état de santé de l'animal et ont procédé à son immobilisation à l'aide d'une combinaison de médétomidine, 1 mg/ml (1 ml) et de kétamine, 100 mg/ml (0,2 ml). Après avoir été transporté en voiture (sous anesthésie), il a été relâché à 11h45 dans son territoire d'origine, Ayena-meda, après l'administration d'un agent antagoniste (atipamézole 5 mg/mL, 0,2 mL).

3.3. Schéma de déplacement après réintroduction

Le collier GPS a fonctionné pendant 7 mois et 22 jours (5682 positions GPS) avant de tomber le 20 février 2021. Terefe a été observé avec les membres de la meute d'Ayenameda en juillet 2020. Sur la base de la courbe NSD et de la trajectoire GPS, nous avons distingué trois phases de déplacement : (1) résidence sur le territoire de la meute d'origine, avec une brève incursion avant la dispersion, (2) dispersion transitoire, et (3) résidence sur le territoire final (Annexe S1). **L'incursion pré-dispersion** a eu lieu du 8 au 14 juillet 2020, et la dispersion a commencé le 20 juillet 2020 (date d'émigration). Pendant la phase transitoire de dispersion, Terefe a parcouru une **distance cumulative** minimale de 623 km en 56 jours, s'éloignant jusqu'à 15,1 km du lieu de libération, puis s'est installé le 15 septembre 2020 (date d'immigration). Il a rendu visite à toutes les meutes de loups voisines entre une et cinq fois pendant l'incursion pré-dispersion et la phase transitoire (Figure 2). La distance nette de dispersion était de 8,3 km (distance entre le lieu de libération et le dernier emplacement avant l'installation), avec une distance finale de dispersion de 4,9 km entre sa meute initiale et son territoire final.

Pendant la période de transition, il a fait une halte de 36 jours dans la zone qui est devenue plus tard son territoire final et est également retourné brièvement dans sa meute initiale (3 jours) avant de s'installer définitivement (Annexe S1). Au total, Terefe a parcouru une distance cumulative minimale de 2 103,1 km en 238 jours, avec une vitesse moyenne de déplacement de $0,4 \pm 0,5$ km/h et une distance quotidienne minimale moyenne de $8,9 \pm 3,4$ km/jour. La taille de son territoire final était de 10,7 km² (AKDE pHREML 95%). Le tracé complet est affiché sur une carte dynamique dans l'Annexe S2. Tout en restant plus actif pendant la journée pendant toutes les phases de déplacement, Terefe a montré des foulées plus longues la nuit pendant la phase de dispersion transitoire par rapport à ses phases de résidence (Tableau 1).

TABLEAU 1. Longueur des pas diurnes et nocturnes (km) (moyenne $\pm$ écart-type) pendant trois phases de déplacement après la libération d'un loup d'Éthiopie réhabilité dans les montagnes du Simien, en Éthiopie

Movement phase	Daytime	Nighttime
Residency in initial territory	0.26 ± 0.37^a	0.12 ± 0.22^c
Dispersal	0.53 ± 0.62^b	0.36 ± 0.62^a
Residency in final territory	0.47 ± 0.51^b	0.23 ± 0.48^c

Remarque : les lettres en exposant indiquent la signification statistique lors de la comparaison des pas entre le jour et la nuit au sein et entre les trois phases de déplacement (comparaisons multiples de Dunn-Kruskal-Wallis, des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives à $\alpha = 0,05$)

Le 15 janvier 2021, Terefe a été observé dans son territoire final en compagnie d'une louve et, l'année suivante, le 7 mars 2022, ils ont été vus accompagnés d'une portée d'au moins deux louveteaux. À l'heure actuelle (mai 2024), la meute se compose de trois individus, à savoir Terefe, la femelle adulte et un mâle subadulte qui est probablement l'un des deux petits de 2022.

4. DISCUSSION

4.1. Comportement en captivité

Avant cette étude de cas, on ignorait si les loups d'Éthiopie sauvages pouvaient être relâchés avec succès dans la nature après avoir été réhabilités en captivité. Bien qu'il ne s'agisse que d'un seul loup gardé en captivité pendant deux mois, la réhabilitation réussie de Terefe et son retour à la vie sauvage ont montré que cela était possible. Notre étude fournit des preuves préliminaires que les loups d'Éthiopie réhabilités peuvent contribuer à la persistance de la

population. Bien qu'il ait conservé une légère boiterie, sa patte blessée étant devenue légèrement plus courte que la normale après la guérison, Terefe a pu reprendre toutes ses activités normales lorsqu'il a été relâché dans la nature, y compris la recherche de nourriture et l'accouplement.

Une observation comportementale clé a été que Terefe est resté méfiant envers la présence humaine tout au long de sa captivité, comme le montrent son refus de manger lorsqu'il voyait des humains et son agressivité lors des manipulations, ce qui suggère un faible conditionnement et une faible accoutumance. Il a apparemment prospéré grâce à un régime alimentaire à base de viande pendant près de deux mois. La plupart des canidés sont des charognards facultatifs (Wirsing & Newsome, 2021). Les loups d'Éthiopie sont principalement des spécialistes des rongeurs, mais ils partagent leur habitat avec du bétail et une petite partie de leur alimentation (<5%) consiste en charognes, avec la mise à mort occasionnelle d'agneaux ou de chevreaux (Ashenafi et al., 2005 ; Marino et al., 2010 ; Sillero-Zubiri & Gottelli, 1995). La consommation de viande de mouton en captivité n'a pas prédisposé Terefe à s'attaquer au bétail et aucune attaque n'a été signalée après sa libération.

Une **deuxième** observation comportementale notable est qu'après son rétablissement, il a commencé à hurler la nuit. Les loups d'Éthiopie sont des animaux très sociables, et le fait d'être gardé seul a pu être stressant pour lui. Il essayait peut-être aussi de communiquer avec d'autres loups afin de rejoindre sa meute. Pour les canidés sociaux, le contact avec les autres membres de la meute est important, et cela doit être pris en compte dans les projets impliquant la captivité. Par exemple, chez les lycaons, le transfert de toute une meute ou la création d'une nouvelle meute avant la remise en liberté a augmenté le succès de la réintroduction (Bouley et al., 2021).

4.2. Schéma de déplacement après la réintroduction et survie

Après sa remise en liberté, Terefe a passé environ un mois dans sa meute d'origine, mais s'est ensuite dispersé et s'est finalement installé environ deux mois plus tard dans une zone inoccupée. La meute d'Ayenameda était composée de deux mâles adultes (dont Terefe), d'une femelle adulte, d'un subadulte de sexe inconnu et de deux juvéniles au moment où il a été trouvé blessé. **Le statut social de Terefe (reproducteur ou non-reproducteur) au sein de sa meute d'origine n'était pas confirmé, mais la dispersion chez les loups d'Éthiopie est généralement plus fréquente chez les femelles, tandis que les loups mâles peuvent parfois rester dans leur meute natale toute leur vie** (Sillero-Zubiri et al., 1996). Le retrait d'un individu a peut-être affecté la hiérarchie sociale au sein de la meute d'Ayenameda, ce qui a pu inciter Terefe à se disperser. La formation d'une nouvelle meute reproductrice a également été un résultat positif du retour de Terefe à l'état sauvage. Les loups d'Éthiopie sont **expansionnistes**, et de nouvelles meutes sont généralement créées par **fission** (c'est-à-dire que les femelles subordonnées et les mâles de la même meute se séparent de leur meute natale), bien que la formation de nouvelles meutes par le regroupement d'individus dispersés provenant de meutes voisines ait également été observée (Marino et al., 2012 ; Sillero-Zubiri et al., 1996 ; Sillero-Zubiri et al., 2004).

Le **schéma** de dispersion chez les canidés montre généralement une première phase de mouvement unidirectionnel, relativement rectiligne, loin de l'origine, indiquant généralement la recherche rapide d'une zone appropriée (Harrison, 1992 ; Kamler et al., 2004 ; Soulsbury

et al., 2011 ; Torretta et al., 2023 ; Walton et al., 2018). **Au lieu** d'afficher ce type de mouvement unidirectionnel, Terefe s'est déplacé d'avant en arrière à haute altitude et principalement à l'intérieur des limites de l'habitat Afroalpin restant. **Il a effectué une dispersion en plusieurs étapes, s'installant temporairement avant de reprendre son mouvement et de revenir finalement dans une zone précédemment explorée.** Ce type de dispersion en plusieurs étapes a déjà été observé chez les renards roux (*Vulpes vulpes*) (Walton et al., 2018), les loups gris (Torretta et al., 2023) et les coyotes (Hinton et al., 2012).

L'utilisation intermittente et localisée de l'espace pendant la dispersion, appelée **comportement d'attente**, peut refléter le besoin de se reposer et de se nourrir abondamment pour récupérer de l'énergie dépensée lors des déplacements, ou être utilisée pour évaluer la qualité de l'habitat et le voisinage d'un territoire avant de s'y installer de manière permanente (Hinton et al., 2012 ; Hinton et al., 2015). Les individus de passage peuvent également occuper une **zone d'attente** adjacente à des meutes établies en attendant l'occasion de remplacer un résident décédé (Hinton et al., 2012 ; Hinton et al., 2015). **Le comportement d'attente est courant chez les coyotes dans les zones où les territoires sont saturés, ce qui conduit certains individus à occuper des territoires de mauvaise qualité en attendant que des territoires de meilleure qualité se libèrent** (Hinton et al., 2015 ; Morin & Kelly, 2017).

Les loups d'Éthiopie sont principalement diurnes, suivant l'activité de leur proie principale, les rongeurs Afroalpins (Sillero-Zubiri et al., 2004). Terefe est resté diurne pendant toutes les phases de déplacement, mais a affiché des foulées plus longues la nuit pendant la dispersion par rapport à ses phases de résidence. Des études antérieures ont suggéré que les disperseurs se déplacent davantage la nuit, potentiellement pour éviter les perturbations humaines, en particulier dans les paysages dominés par l'homme (Moll et al., 2021 ; Torretta et al., 2023). Les disperseurs entrent également généralement en contact avec plusieurs territoires de leurs congénères, utilisant des mouvements plus directs et plus rapides pour traverser les territoires, et évitant généralement les zones centrales des résidents afin de minimiser les interactions directes (Soulsbury et al., 2011). **Explorer la nuit pouvait être moins risqué pour un loup en dispersion, étant donné que les humains et les loups résidents se reposent à cette heure de la journée.** Terefe était le premier loup d'Éthiopie suivi à l'aide d'un collier GPS, et on ignore donc si ses schémas de déplacement et son comportement étaient typiques des loups d'Éthiopie en dispersion.

5. CONCLUSION

La manipulation et la libération d'un loup d'Éthiopie réhabilité ont fourni des informations précieuses pour l'élaboration de protocoles. Terefe a bien toléré la captivité et, après sa remise en liberté, il a survécu, s'est dispersé avec succès et a finalement formé une meute. Cet événement a également permis de mieux comprendre l'importance de la sensibilisation locale. Terefe s'est installé dans le parc national des montagnes du Simien, mais son territoire était limitrophe d'une communauté locale, le village de Shehano, où sa présence a été signalée à l'EWCP par des bergers qui l'avaient initialement chassé par crainte qu'il n'attaque leur bétail. Les observateurs de l'EWCP se sont rendus sur place pour expliquer son histoire, ce qui a entraîné un changement d'attitude et une volonté accrue de protéger le loup réhabilité, ainsi que les membres de sa meute. Cette étude contribuera à la gestion de la conservation du loup

d'Éthiopie, une espèce menacée, tout en fournissant des connaissances sur la captivité et la réintroduction d'autres canidés sociaux.

REFERENCES

- Ashenafi, Z. T., Coulson, T., Leader-Williams, N., & Sillero-Zubiri, C. (2005). Behaviour and ecology of the Ethiopian wolf (*Canis simensis*) in a human-dominated landscape outside protected areas. *Animal Conservation*, 8, 113–121.
- Bastille-Rousseau, G., Potts, J. R., Yackulic, C. B., Frair, J. L., Ellington, E. H., & Blake, S. (2016). Flexible characterization of animal movement pattern using net squared displacement and a latent state model. *Movement Ecology*, 4, 15.
- Börger, L., & Fryxell, J. (2012). Quantifying individual differences in dispersal using net squared displacement. In J. Clobert, M. Baguette, T. G. Benton, & J. M. Bullock (Eds.), *Dispersal ecology and evolution* (pp. 222–230). Oxford University Press.
- Bouley, P., Paulo, A., Angela, M., Du Plessis, C., & Marneweck, D. G. (2021). The successful reintroduction of African wild dogs (*Lycaon pictus*) to Gorongosa National Park, Mozambique. *PLoS One*, 16, e0249860.
- Bunnefeld, N., Börger, L., van Moorter, B., Rolandsen, C. M., Dettki, H., Solberg, E. J., & Ericsson, G. (2011). A model-driven approach to quantify migration patterns: Individual, regional and yearly differences. *Journal of Animal Ecology*, 80, 466–476.
- Calabrese, J. M., Fleming, C. H., & Gurarie, E. (2016). Ctm: An R package for analyzing animal relocation data as a continuous-time stochastic process. *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1124–1132.
- Calenge, C. (2023a). adehabitatHR: Home Range Estimation. R package version 0.4.21. <https://CRAN.R-project.org/package=adehabitatHR>
- Calenge, C. (2023b). adehabitatLT: Analysis of Animal Movements. R package version 0.3.27. <https://CRAN.R-project.org/package=adehabitatLT>
- Caron-Carrier, J., Lai, S., Vézina, F., Tam, A., & Berteaux, D. (2022). Long-distance, synchronized and directional fall movements suggest migration in Arctic hares on Ellesmere Island (Canada). *Scientific Reports*, 12, 5003.
- CEPF. (2012). Eastern Afri-montane biodiversity hotspot - Ecosystem profile. http://www.cepf.net/Documents/Eastern_Afri-montane_Ecosystem_Profile_FINAL.pdf
- Collins, C., & Kays, R. (2011). Causes of mortality in north American populations of large and medium-sized mammals. *Animal Conservation*, 14, 474–483.

- Cope, H. R., McArthur, C., Dickman, C. R., Newsome, T. M., Gray, R., & Herbert, C. A. (2022). A systematic review of factors affecting wildlife survival during rehabilitation and release. *PLoS One*, 17, e0265514.
- Ethiopian Wildlife Conservation Authority. (2011). *National Action Plan for the conservation of the Ethiopian wolf*. EWCA.
- Ethiopian Wildlife Conservation Authority. (2017). *National Action Plan for the conservation of the Ethiopian wolf—revised version 2017*. EWCA.
- Harrison, D. J. (1992). Dispersal characteristics of juvenile coyotes in Maine. *The Journal of Wildlife Management*, 56, 128–138.
- Hinton, J. W., Chamberlain, M. J., & Van Manen, F. T. (2012). Long-distance movements of transient coyotes in eastern North Carolina. *The American Midland Naturalist*, 168, 281–288.
- Hinton, J. W., San Martin, K., Brzeski, K. E., Murphy, J. J., & Shutt, A. C. (2024). Space use and fate of a three-legged coyote—A case study. *The Stacks*, 24002.
- Hinton, J. W., van Manen, F. T., & Chamberlain, M. J. (2015). Space use and habitat selection by resident and transient coyotes (*Canis latrans*). *PLoS One*, 10, e0132203.
- Kamler, J. F., Ballard, W. B., Gese, E. M., Harrison, R. L., & Karki, S. M. (2004). Dispersal characteristics of swift foxes. *Canadian Journal of Zoology*, 82, 1837–1842.
- Marino, J. (2003). Threatened Ethiopian wolves persist in small isolated Afroalpine enclaves. *Oryx*, 37, 62–71.
- Marino, J., Mitchell, R., & Johnson, P. J. (2010). Dietary specialization and climatic-linked variations in extant populations of Ethiopian wolves. *African Journal of Ecology*, 48, 517–525.
- Marino, J., Sillero-Zubiri, C., Gottelli, D., Johnson, P. J., & Macdonald, D. W. (2013). The fall and rise of Ethiopian wolves: Lessons for conservation of long-lived, social predators. *Animal Conservation*, 16(6), 621–632.
- Marino, J., Sillero-Zubiri, C., Johnson, P., & Macdonald, D. (2012). Ecological bases of philopatry and cooperation in Ethiopian wolves. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66, 1005–1015.
- Moll, R. J., McRoberts, J. T., Millspaugh, J. J., Wiskirchen, K. H., Sumners, J. A., Isabelle, J. L., Keller, B. J., & Montgomery, R. A. (2021). A rare 300 kilometer dispersal by an adult male white-tailed deer. *Ecology and Evolution*, 11, 3685–3695.
- Morin, D. J., & Kelly, M. J. (2017). The dynamic nature of territoriality, transience and biding in an exploited coyote population. *Wildlife Biology*, 335, 1–13.
- Nájera, F., Uiterwaal, S. F., Crespo, E., Grande-Gómez, R., Sánchez, J. F., Mata-Huete, M., Palmer, J., Iturrarte, G., Peña, J., Munkhtsog, B., Munkhtsog, B., Poyarkov, A. D., Hernandez-Blanco, J. A., Alexandrov, D. Y., Galsandorj, N., & Deem, S. L. (2024). Insights into the spatial ecology of severely injured free-living felids: Iberian lynx, bobcat, and snow leopard. *Ecology and Evolution*, 14, e11000.
- Nicholson, K. L., Arthur, S. M., Horne, J. S., Garton, E. O., & Del Vecchio, P. A. (2016). Modeling caribou movements: Seasonal ranges and migration routes of the Central Arctic herd. *PLoS One*, 11, e0150333.
- Ogle, D. H., Doll, J. C., Wheeler, A. P., & Dinno, A. (2023). FSA: Simple fisheries stock assessment methods. R package version 0.9.5. <https://CRAN.R-project.org/package=FSA>
- Rio-Maior, H., Beja, P., Nakamura, M., Santos, N., Brandão, R., Sargo, R., Dias, I., Silva, F., & Álvares, F. (2016). Rehabilitation and post-release monitoring of two wolves with severe injuries. *The Journal of Wildlife Management*, 80, 729–735.
- Saran, K. A., Parker, G., Parker, R., & Dickman, C. R. (2011). Rehabilitation as a conservation tool: A case study using the common wombat. *Pacific Conservation Biology*, 17, 310–319.
- Schwalb-Willmann, J., Remelgado, R., Safi, K., & Wegmann, M. (2020). moveVis: Animating movement trajectories in synchronicity with static or temporally dynamic environmental data in R. *Methods in Ecology and Evolution*, 11, 664–669.
- Sillero-Zubiri, C., & Gottelli, D. (1995). Diet and feeding behavior of Ethiopian wolves (*Canis simensis*). *Journal of Mammalogy*, 76, 531–541.
- Sillero-Zubiri, C., Gottelli, D., & Macdonald, D. W. (1996). Male philopatry, extra-pack copulations and inbreeding avoidance in Ethiopian wolves (*Canis simensis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38, 331–340.
- Sillero-Zubiri, C., Marino, J., Gottelli, D., & Macdonald, D. W. (2004). Afroalpine ecology, solitary foraging and intense sociality amongst Ethiopian wolves. In D. W. Macdonald & C. Sillero-Zubiri (Eds.), *The biology and conservation of wild canids* (pp. 311–322). Oxford University Press.
- Sokolova, N., Shklyar, K., Fufachev, I., Filippova, V., & Sokolov, A. (2024). Running overnight and struggling to find sea ice: Long-distance movement by an Arctic fox (*Vulpes lagopus*) from Russia. *Canadian Journal of Zoology*, 102, 63–70.
- Soulsbury, C. D., Iossa, G., Baker, P. J., White, P. C. L., & Harris, S. (2011). Behavioral and spatial analysis of extraterritorial movements in red foxes (*Vulpes vulpes*). *Journal of Mammalogy*, 92, 190–199.
- Thieumel, B., & Elmarhraoui, A. (2022). suncalc: Compute sun position, sunlight phases, moon position and lunar phase. R package version 0.5.1. <https://CRAN.R-project.org/package=suncalc>
- Torretta, E., Corradini, A., Pedrotti, L., Bani, L., Bisi, F., & Dondina, O. (2023). Hide-and-seek in a highly human-dominated landscape: Insights into movement patterns and selection of resting sites of rehabilitated wolves (*Canis lupus*) in northern Italy. *Animals*, 13, 46.
- Walton, Z., Samelius, G., Odden, M., & Willebrand, T. (2018). Long-distance dispersal in red foxes *Vulpes vulpes* revealed by GPS tracking. *European Journal of Wildlife Research*, 64, 64.
- Wirsing, A. J., & Newsome, T. M. (2021). Scavenging effects of large canids. *Integrative and Comparative Biology*, 61, 117–131.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Lai, S., Asefa, G., Abute, M., Eshete, G., Léandri-Breton, D.-J., Regassa, F., Sillero-Zubiri, C., & Marino, J. (2025). Successful first rehabilitation and release of an endangered Ethiopian wolf. *Conservation Science and Practice*, e70075. <https://doi.org/10.1111/csp2.70075>