



Environnement

Loup, y es-tu ?

Le loup est un animal fuyant, mais le localiser est essentiel à la gestion de ses populations. Julie Louvrier et ses collègues du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (Cefe) et de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) ont élaboré un modèle afin d'estimer sa présence, même en l'absence de signes de son passage.

En décembre 2018, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) estimait qu'il y aurait environ 500 loups sur le territoire d'ici la fin de l'hiver. L'espèce atteindrait ainsi son seuil de viabilité démographique, soit le nombre d'animaux nécessaires, dans le cadre d'une population stable, pour qu'elle survive à un horizon de cent ans sans menace d'extinction.

C'est le résultat d'une lente recolonisation amorcée au début des années 1990 par l'arrivée d'individus des Alpes italiennes. Ce chiffre peut paraître élevé, mais à l'échelle d'un territoire, c'est relativement peu. D'autant que le loup est un grand voyageur solitaire lors de sa recherche de territoire, avant de s'installer en meute sur des zones de plusieurs centaines de kilomètres carrés. Une population éparse, donc, et difficile à localiser. D'où la question à l'origine du travail de l'écologue Julie Louvrier, aujourd'hui à l'Institut Leibniz pour la recherche sur la faune

sauvage, à Berlin, et ses collègues du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (Cefe), à Montpellier, et de l'ONCFS : où est le loup ? « C'est une interrogation majeure car, pour anticiper sa présence et la gérer, nous devons comprendre les mécanismes sous-tendant son arrivée dans un endroit », explique-t-elle (1).

Suivi génétique

La présence des loups en France est suivie de près par le réseau Loup-Lynx, développé par l'ONCFS. Ce réseau compte plus de 3000 observateurs formés à repérer et récolter les traces de présence du canidé (traces de pas, poils, déjections...). Ces signes indirects rendent notamment possible son suivi génétique : on peut savoir quel loup est passé par là, selon la technique de capture-recapture qui permet, à partir des crottes, d'obtenir un profil ADN qui marque virtuellement les animaux sans avoir besoin de les capturer physiquement. Ces indices sont alors triés selon leur degré de certitude (lire l'encadré p. 50). Entre 1994 et 2016, 10918 signes de présence

classés comme certains ont été recueillis (et intégrés au travail de Julie Louvrier et ses collègues). Toutefois, note Julie Louvrier, « si l'on se réfère seulement aux signes de présence détectés par les observateurs, on comprend qu'on ignore ce qui se passe dans les endroits où ces derniers ne sont pas ou peu allés ». En effet, comme l'explique Christophe Duchamp, de l'ONCFS et coauteur du travail, « ce recueil des données, bien qu'effectué sur l'ensemble du territoire pour couvrir au mieux les départements concernés, n'est pas normé et relève avant tout des sciences participatives. Il n'y a pas de contrôle de l'échantillonnage. Cela est très efficace en termes de mise en œuvre et permet une ... »

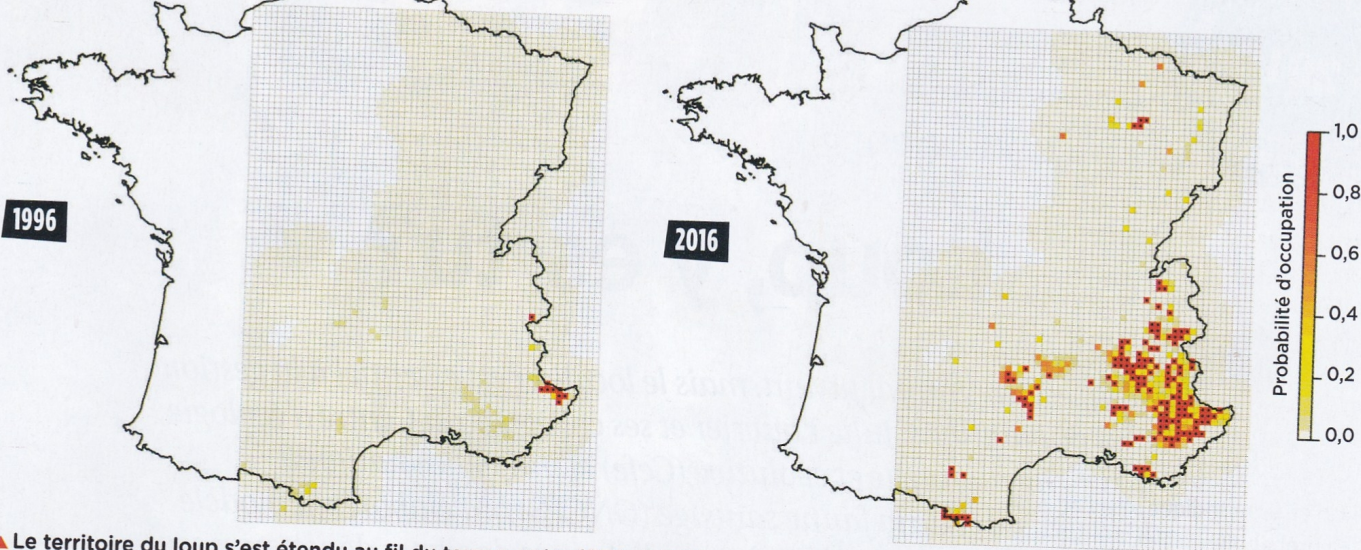
LE RÉSEAU LOUP-LYNX

**COMPTE PLUS
DE 3 400 MEMBRES,
dont 70 %
de professionnels
de la faune sauvage
et 30 % de
particuliers.**

Contexte

Depuis une trentaine d'années, le loup recolonise progressivement la France à partir des Alpes, passant de deux ou trois individus dans les années 1990 à près de 500 aujourd'hui. Il était donc urgent de mettre en œuvre des outils pour suivre et anticiper cette évolution, afin de prévenir les situations conflictuelles que le développement de l'espèce pourrait engendrer.

Une lente recolonisation



▲ Le territoire du loup s'est étendu au fil du temps, entre 1996 et 2016, comme l'illustrent ces cartes de probabilité d'occupation d'une zone par l'animal. À zéro, le lieu est estimé inoccupé; à 0,5, il y a 50 % de chance qu'il le soit; à 1, il est estimé occupé.

... surveillance réactive à grande échelle au plus près du terrain. En contrepartie, il y a des biais: tout le monde ne cherche pas les traces de la même façon, ni avec la même intensité. Il faut donc corriger ce type de données pour faire des cartographies.

Julie Louvrier a ainsi collecté les lieux d'affectation et les catégories professionnelles de chaque observateur. La première information lui a permis de cartographier la zone de prospection de chacun sous forme de cercle autour du lieu d'affectation de l'observateur, et la seconde a

servi à déterminer la taille de la zone, aussi appelée zone de prospection théorique. « Par exemple, si l'observateur est un agriculteur, sa zone de prospection correspond à la taille de la commune dans laquelle il habite. Si c'est une personne qui travaille dans un parc national, la taille de la zone sera celle d'un secteur auquel il est affilié », énonce l'écologue.

« Ces paramètres sont essentiels, ajoute Olivier Gimenez, directeur de recherche au Cefe et coauteur du travail, car si l'on ne sait rien sur les gens qui récoltent ces preuves

CLASSER LES SIGNES DE PRÉSENCE



▲ Une trace de pas ou des excréments sont des preuves irréfutables de la présence d'un loup.

Chaque année, les observateurs formés par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage collectent plus de 2000 indices de

présence du loup sur le territoire. Mais tous n'ont pas le même degré de certitude. « Les indices sont d'abord classés selon leur degré de détails techniques, indique Christophe Duchamp. Par exemple, une observation visuelle de type "j'ai vu un loup de nuit à 300 mètres de ma voiture" sera invérifiable et classée comme telle. » En revanche, une trace de loup relevée dans la neige sur plusieurs kilomètres avec toutes les caractéristiques requises fera partie des signes de présence validés. Chaque indice fait l'objet de ce diagnostic individuel, dont les détails sont consignés dans une fiche standardisée rédigée par l'observateur puis transmise à un référent régional. C'est lui qui a la charge de la valider, puis de l'intégrer à la base de données nationale. Celle-ci regroupe ainsi tous les indices rapportés du terrain, même ceux qui n'ont pas été retenus.

Cette modélisation mesure les probabilités d'arrivées et de départs

et la façon dont ils ont procédé, le risque est de cartographier la présence des observateurs plutôt que celle de l'espèce. »

Le territoire a été divisé en cellules de 10 km par 10 km. Julie Louvrier et son équipe ont étudié combien de cercles de prospection se recoupaient sur chaque cellule ainsi

prédéfinie, afin de savoir combien d'observateurs prospectaient théoriquement chaque cellule.

Le travail de modélisation a alors pu commencer pour mesurer les probabilités que l'espèce colonise ou parte d'un endroit, compte tenu de l'effort de prospection donné par le réseau et des caractéristiques de l'habitat. Ce travail a aussi révélé les zones peu ou très prospectées (jusqu'à 150 observateurs). « *Cela nous a permis de démontrer que le nombre d'observateurs présents sur une zone de 100 km² a une influence sur la probabilité de détecter l'espèce* », indique Julie Louvrier. La probabilité de détection est un paramètre indispensable à prendre en compte pour ne pas risquer de sous-estimer la répartition du loup. En effet, s'il n'y a que quatre observateurs à couvrir une telle zone, qui peut au maximum abriter 1 à 9 loups, les chances d'observer l'animal sont nettement plus faibles que s'ils sont 150. En d'autres termes, « *Julie Louvrier a fait un travail de capture-recapture non pas avec des individus, mais avec des cellules spatialisées. Chacune de ces cellules est soit positive (c'est-à-dire que l'animal y a été observé) et marquée 1, soit négative et marquée 0. Dans ce cas, soit l'animal n'a pas été observé, soit il est vraiment absent* », détaille Christophe Duchamp.

L'espèce se stabilise

Pour combler le manque d'observations sur les zones faiblement prospectées, il a fallu trouver d'autres variables ayant une influence sur la probabilité d'installation du loup. « *J'ai alors testé, grâce au modèle, un certain nombre de données environnementales et j'ai distingué celles qui avaient un impact sur la présence de l'espèce de celles qui n'avaient aucune influence* », précise l'écologue. Ainsi, l'altitude et le couvert forestier (synonyme de proies, donc de nourriture) sont deux données favorables



▲ Avant de s'installer en meute de huit ou neuf individus vivant sur des zones larges de plusieurs centaines de kilomètres carrés, le loup évolue seul à la recherche d'un territoire.

12 %

**C'EST LE TAUX
de croissance
géographique moyen
annuel du loup
entre 1994 et 2016.**

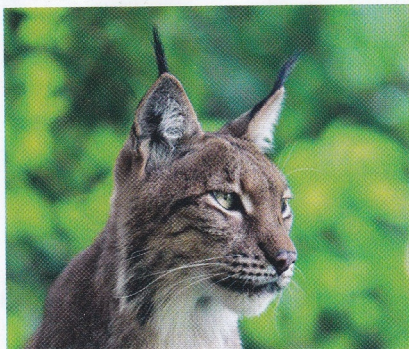
à l'implantation du loup. Une zone à la limite d'autres déjà colonisées aura également une forte probabilité de voir le loup arriver, même s'il n'a pas été détecté.

À l'inverse, les zones de plaine et agricoles, où la présence humaine est forte, ont un effet négatif sur sa présence. Des éléments valables aujourd'hui mais certainement à réviser dans un futur proche, compte tenu de l'adaptation des loups à des milieux très différents, selon Christophe Duchamp.

En intégrant ces données au modèle qu'elle a mis au point, Julie Louvrier a estimé que l'espèce, initialement présente dans deux cellules de 10 km par 10 km dans les Alpes du Sud, était localisée dans 188 cellules en 2016. Au début des années 2000, le loup a en effet peu à peu colonisé les Alpes du Nord, atteint les Pyrénées et le Massif central, avant d'arriver, dans les années 2010, dans les Vosges. La croissance géographique moyenne de l'espèce est de 12 % par an – de 25 % en 1994,

elle s'est aujourd'hui stabilisée autour de 7 %. « *Cela signifie qu'on a atteint un plateau* », remarque Julie Louvrier.

« *Ces résultats ne sont pas nouveaux, car l'ONCFS produisait déjà des cartes de prospection pour faire les bilans annuels de l'espèce, pointe Olivier Gimenez. Et nous n'avons rien découvert qui va à l'encontre de ces cartes : là où elles indiquent que le loup est présent, nous l'avons aussi trouvé grâce à notre modèle, ce qui est plutôt rassurant. La nouveauté est que nous avons suggéré sa présence dans des endroits qui n'ont pas encore été échantillonnés.* » Comme le souligne Christophe Duchamp : « *Nous avons en effet développé une cartographie pour représenter les endroits de présence régulière ou occasionnelle du loup dans laquelle nous prenions aussi en compte la non-détection, car nous savons que les observateurs ne détectent pas systématiquement tous les animaux.* » L'ONCFS avait alors mis au point une méthode empirique pour ...



▲ Il ne resterait que 150 lynx en France.

Le loup n'est pas le seul animal sauvage suivi de près. Le lynx, qui vit principalement dans les pays alpins comme la Suisse (et, en France, majoritairement dans le Jura et les Alpes), est aussi un objet d'étude pour les écologues. « Les enjeux ne sont toutefois pas les mêmes que pour le loup », explique Olivier Gimenez. D'abord, il y a l'enjeu de

LE LYNX, UNE POPULATION DIFFICILE À SUIVRE

conservation : il ne resterait que 150 lynx sur le territoire français et la population des Vosges est désormais quasiment éteinte. Ensuite, « les lynx sont répartis entre différents noyaux : une forte population dans le Jura, partagée avec la Suisse, un petit noyau dans les Alpes, et deux ou trois individus dans les Vosges. L'enjeu est d'étudier la connectivité entre ces noyaux en suivant les individus », ajoute-t-il. D'autant que la mobilité des lynx est affectée par des infrastructures comme les routes. L'identification se fait principalement par photo et analyse du patron du pelage (spécifique à chaque individu). « Il y a beaucoup plus de "déchets" que pour les loups, notamment à cause d'une quantité plus importante d'informations

issues d'observations visuelles sans photo », pointe Christophe Duchamp. « Un tiers des données sont incertaines », explique Julie Louvrier, qui a publié récemment avec ses collègues un article sur le sujet (1). « Nous avons donc utilisé le même modèle que pour les loups, mais adapté à ces données incertaines afin d'étudier sa distribution et déterminer le statut de conservation de l'espèce. » En plus de permettre d'obtenir une idée relativement précise de la répartition de l'animal, selon Christophe Duchamp, « elles alertent néanmoins les observateurs en cas d'événement important, de diminution ou d'augmentation de la population par exemple ».

(1) J. Louvrier et al., *Conserv. Biol.*, 33, 185, 2019.

●●● lisser les observations et limiter ce biais. « C'était une technique implicite créée à partir de nos données brutes. Julie Louvrier a, elle, fait l'exercice de manière explicite, en prenant directement en compte la probabilité de détection de manière formelle dans l'estimation de la probabilité de présence de l'espèce ainsi cartographiée », complète-t-il.

Qualité des données

Dans la deuxième partie de ce travail, Julie Louvrier et Valentin Lauret, coauteur également, ont ajouté les données incertaines au modèle. L'objectif était de répondre à cette question : l'ajout de ces données apporte-t-il des précisions utiles à la cartographie de l'espèce ? Pas vraiment, répondent-ils. « Le fait de prendre des données dites invérifiables ne fait qu'ajouter un peu de flou », indique Christophe Duchamp. Cependant, comme pour le lynx (lire l'encadré ci-dessus), elles sont utiles pour indiquer que quelque chose se passe, comme une mise en alerte, notamment au niveau des fronts de

colonisation, c'est-à-dire à la limite entre les zones colonisées et les zones vierges. D'après le spécialiste, « quand le loup arrive sur une zone, nous recueillons des premières observations, généralement pas très bien documentées parce que les observateurs n'ont pas encore l'habitude ou qu'ils n'ont pas relevé les bons critères. Cela entraîne beaucoup de bruit de fond sur la qualité des données. Nous avons alors beaucoup d'éléments à intégrer, souvent invérifiables et souvent faux, qui pourraient nous amener à surestimer la population. Mais cela a au moins l'intérêt de mettre en lumière un endroit potentiellement en cours de colonisation que les correspondants du réseau peuvent vérifier de manière réactive. »

POUR EN SAVOIR PLUS

■ www.loupfrance.fr

Le site d'information sur le loup créé par l'ONCFS.

■ tinyurl.com/expertiseloup2017

L'expertise collective ONCFS/MNHN sur le devenir de la population de loups en France.

Enfin, cette cartographie sera avant tout un outil indispensable à la gestion des populations de loups. « Nous disposons maintenant des cartes prédictives d'une année sur l'autre avec la probabilité de présence du loup clairement établie », estime Christophe Duchamp. Si elles n'ont que peu de pouvoir prédictif sur le long terme, elles donnent la possibilité aux gestionnaires de prendre des mesures quasiment en temps réel et, par exemple, de commencer à former des observateurs en prévision de l'arrivée du loup dans des zones où la présence de l'espèce est probable. Ces informations sont aussi très utiles lorsqu'il s'agit de choisir des priorités au niveau budgétaire. D'autant que la gestion de la population des loups est un enjeu majeur, notamment dans les Alpes qui concentrent 90 % de la population et abritent les 74 meutes connues de loups, avec les conséquences que l'on connaît sur les animaux d'élevage. En 2018, 3 500 attaques ont ainsi été recensées et 2 000 victimes indemnisées. ■ Bérénice Robert

(1) J. Louvrier et al., *Ecography*, 41, 647, 2017.



L'ÉQUIPE LAURÉATE EN ENVIRONNEMENT

■ Julie Louvrier, Christophe Duchamp, Valentin Lauret, Éric Marboutin, Sarah Cubaynes, Rémi Choquet, Christian Miquel et Olivier Gimenez ont remporté le prix La Recherche pour leur publication : « Mapping and explaining wolf recolonization in France using dynamic occupancy models and opportunistic data », *Ecography*, 41, 647, 2017.



▲ Le loup a amorcé son retour en France au début des années 1990. Le territoire en compterait aujourd'hui près de 500.