Evaluation de la population de loups en France

On s'intéresse à des documents relatifs à l'évaluation de la population de loups en France. Ces effectifs font l'objet de deux approches :

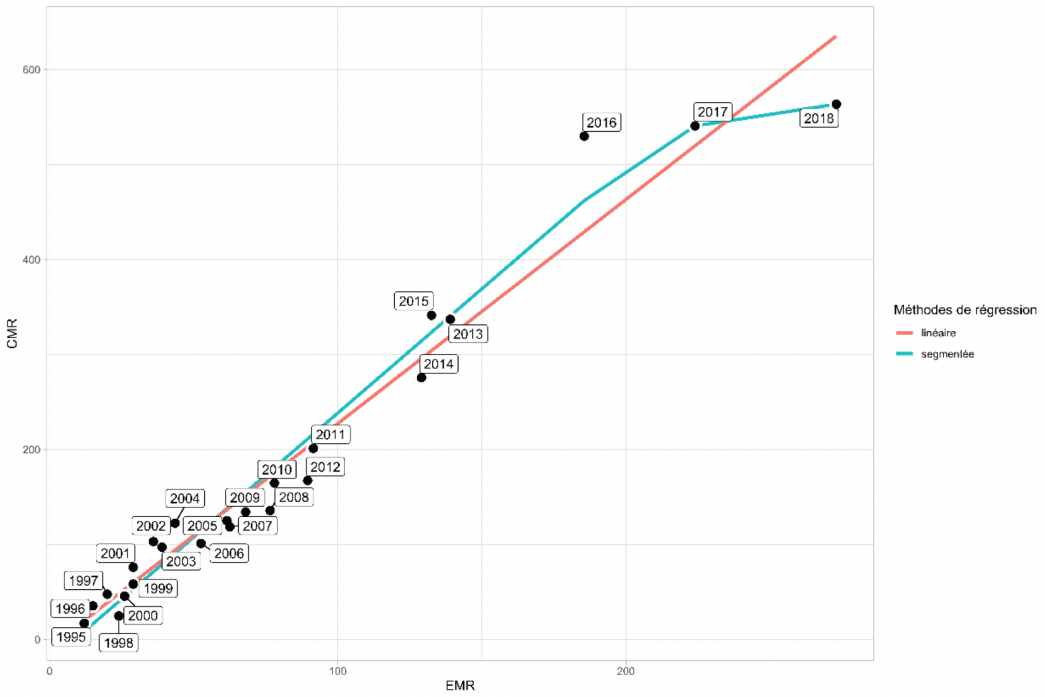
- l'EMR (effectif minimum retenu), établi sur la base d'indices relevés sur le terrain (traces au sol, observation directe, …) ;
- la CMR (capture-marquage-recapture), reposant sur l'analyse génétique d'échantillons, et a priori corrélée à l'EMR par une fonction mathématique. La méthode CMR permet aussi, par le calcul, de prendre en compte le risque de non-détection d'un individu sur le terrain.

Document 1 : Estimation des effectifs

L'estimation des effectifs de la population de loups s'appuie sur des méthodes dites de « Capture-Marquage-Recapture » (CMR) qui tiennent compte de la détection imparfaite des animaux. En pratique, il s'agit de détections des profils génétiques établis sur les indices biologiques dont le traitement engendre un délai incompatible avec une mise à jour annuelle en temps réel. Les bilans annuels de population font ainsi appel à une projection de l'indicateur de tendance démographique, l'EMR (« Effectif Minimal Retenu »), résultat de la somme des tailles de groupe minimum de loups détectés durant l'hiver par le Réseau Loup-Lynx, corrigé par une fonction mathématique le reliant à la CMR.

Source : Note technique de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et du CNRS, novembre 2020.

Document 2 : Relation mathématique entre CMR et EMR

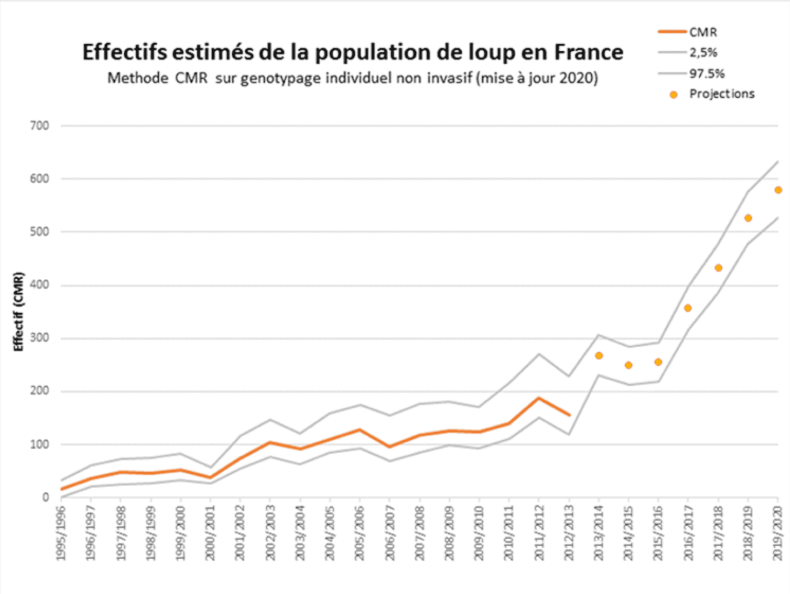


Ajustement par régression linéaire simple (courbe rouge) et avec une régression segmentée dite "par morceaux" (courbe bleue). La régression segmentée est statistiquement la meilleure pour décrire la relation entre données CMR et données EMR.

Source : Note technique de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et du CNRS, novembre 2020.

1. Pourquoi les bilans annuels de la population ne sont-ils que des projections et ne sont pas le résultat direct des conclusions de la méthode CMR ?
2. On constate une corrélation mathématique entre EMR et CMR, ce qui permet de réaliser des projections des effectifs CMR de l'année en cours. Justifier l'utilisation d'un modèle de régression linéaire pour exprimer la relation entre EMR et CMR pour les données antérieures à 2015.
3. Évaluer le coefficient de proportionnalité de la droite de régression linéaire.
4. On évalue un EMR pour l'année 2019 égal à 301. Proposer une estimation de l'effectif selon la méthode CMR en 2019 en suivant le modèle de régression linéaire.
5. Pourquoi les résultats à partir de l'année 2016 laissent-ils à penser qu'il est nécessaire de procéder à un changement de modèle ?

Document 3 : Estimation des effectifs



Effectifs estimés de la population de loups en France en sortie d'hiver 2019-2020. Le trait orange mesure la taille de la population par CMR, Les points de 2013-2014 à 2019-2020 (ronds oranges) sont déduits par projection sur la base de la relation CMR=f(EMR) calibrée en 2014, sous l'hypothèse d'un fonctionnement similaire de la population. L'effectif estimé en sortie d'hiver 2019-20 était de 577 individus.

Source : Note technique de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et du CNRS, novembre 2020.

Document 4 : Recueil des données CMR

L'estimation des effectifs de la population de loups en France s'appuie sur un modèle d'estimation des paramètres démographiques dit de Capture-Marquage-Recapture ou CMR (Cubaynes et al, 2010). Le travail du Réseau Loup/Lynx sur le terrain permet d'échantillonner les animaux présents in situ à l'échelle de toute la France au travers des relevés d'indices de présence laissés par les animaux. La technique CMR pour le suivi du loup profite donc de ce suivi à grande échelle pour adopter une démarche non invasive de capture et marquage au travers des profils génétiques individuels des animaux présents au travers des excréments, poils, urines, sang ou tissus qu'ils ont laissés sur le terrain. Ce suivi biomoléculaire individuel permet alors de tenir compte de la détection imparfaite des individus que l'on suit dans la nature (voir Lebreton et al, 1992 pour la méthode).

Source : Note technique de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et du CNRS, novembre 2020.

6. Pourquoi la méthode CMR de génotypage individuel est-elle décrite comme non-invasive ?
7. L'estimation de la population à la sortie de l'hiver 2019-2020 était de 577 individus. Ce chiffre est en hausse de 9% par rapport à l'année précédente. Quelle était donc l'estimation à la sortie de l'hiver 2018-2019 ? On arrondira bien sûr le résultat à l'entier.

8. Si l'évolution reste la même pendant l'année suivante, quel effectif peut-on prévoir pour la sortie de l'hiver 2020-2021 ?
9. Un document plus récent estime le nombre de loups à la sortie de l'hiver 2020-2021 à 624 individus. Que penser de notre prévision ? Quel a été le taux d'évolution par rapport à l'année précédente ?
10. On fait l'hypothèse que le taux d'évolution reste de 8.5% à partir de l'hiver 2020-2021. On note n le nombre d'hivers écoulés à partir de cette date et on note $u\left(n\right)$ l'effectif estimé. Par exemple, $u\left(1\right)$ correspond à l'estimation de l'effectif à la sortie de l'hiver 2021-2022.
    A l'aide d'une suite géométrique et de votre calculatrice, estimer combien d'années seront nécessaires pour que la population dépasse les 1000 individus.